

**Bemerkungen über Erddruck und Futtermauern,**  
**veranlasst durch die vom Herrn Staatseisenbahn-Bauinspector**  
**Ferd. Hoffmann veröffentlichte neue Theorie.**

Herr F. Hoffmann hat im 1. bis 3. Hefte des 10. Jahrganges dieser Zeitschrift eine Theorie über Erddruck und Futtermauern veröffentlicht, welche, wie die folgenden Betrachtungen nachweisen sollen, auf einer unrichtigen Anschauungsweise beruht.

I. Es sei  $BAC = \alpha$  der natürliche Böschungswinkel,  $\alpha$  ein Erdtheilchen, welches mit dem Erdreiche der Böschungsfäche längere Zeit in Berührung war;  $f$  der Reibungscoefficient für die Bewegung dieses Theilchens  $\alpha$  an der Böschungsfäche  $AB$ . Es muss den Gesetzen der Reibung gemäss, gleichviel ob dieselbe gleitend oder rollend ist, für das Gleichgewicht die Gleichung:

$$f = \tan \alpha = \frac{P}{Q}$$

bestehen, wenn (Fig. 1)  $P$  die zu  $AB$  parallel und  $Q$  die auf  $AB$  normale Seitenkraft ist in welche sich das Gewicht  $G$  des Erdtheilchens  $\alpha$  zerlegen lässt.

Man sieht zugleich dass für das Gleichgewicht die Richtung der Kraft  $\alpha G$  höchstens um den Winkel  $\alpha = G \perp Q$ , den sogenannten Reibungswinkel, von der auf  $AB$  normal gerichteten Kraft  $\alpha Q$  abweichen darf.

War das Erdtheilchen  $\alpha$  nicht während längerer Zeit mit der Böschungsfäche  $AB$  in Berührung, so ist der Reibungscoefficient  $f$ , für die Bewegung dieses Theilchens auf  $AB$  ein anderer und es ist den Gesetzen der Reibung gemäss  $f_1$  kleiner als  $f$ . Ein auf die natürliche Böschungsfäche  $AB$  gelegtes Erdtheilchen muss daher mit zunehmender Geschwindigkeit, und zwar durch eine Beschleunigungskraft  $Q(f - f_1)$  getrieben, längs  $AB$  herunter kollern.

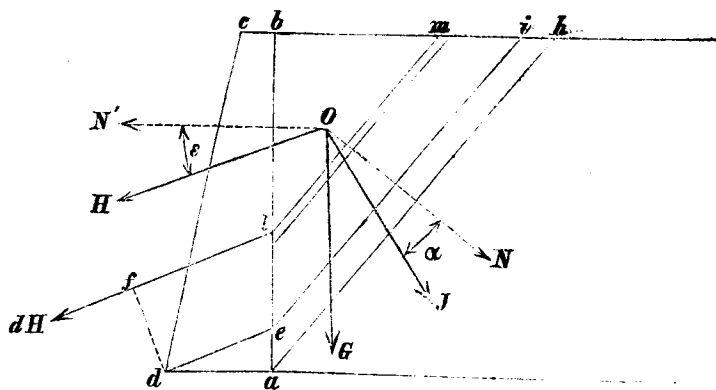
Aus diesem zweiten Umstande scheint Herr Hoffmann irrthümlich dahin geschlossen zu haben, dass zwischen einem Erdtheilchen  $\alpha$  und dem Erdreiche der natürlichen Böschungsfäche  $AB$  eigentlich gar keine Reibung herrsche, so dass nach dieser Anschauungsweise der Bestand eines natürlichen Böschungswinkels bei nicht cohärirendem Erdreiche gar nicht zu begreifen wäre.

II. Nach der Theorie von Français gäbe es unter den unendlich vielen Erdprismen, die sich alle an  $ab$  (Fig. 2) lehnen, ein Prisma  $abh$ , welches in Folge des Bestrebens, längs der Trennungsfäche  $ah$  herabzugleiten, auf die Futtermauer  $abcd$  den grössten Druck äussert. Sieht man von der Cohäsion des Erdreiches ab, so erhält man diesen Druck, wenn man das vertical abwärts wirkende Gewicht  $G$  dieses Erdprismas  $abh$  in zwei Componenten  $OH$  und  $OJ$  zerlegt, wobei jede um den Reibungswinkel, also beziehungsweise um  $\epsilon$  und  $\alpha$  von den auf die Mauerfläche  $ab$  und auf die Trennungsfäche  $ah$  gezogenen Normalen  $ON_1$  und  $ON$  abweicht; wenn nämlich der Reibungscoefficient für die Bewegung des hinter  $ab$  angeschütteten Erdreiches auf der Mauerfläche  $ab$ :  $f_0$

$= \tan \epsilon$  und  $\alpha$  der natürliche Böschungswinkel des Erdreiches, also der Reibungscoefficient für die Bewegung von Erdreich auf Erdreich:  $f_1 = \tan \alpha$  ist.

Da jedoch das Dreieck  $ade$ , dessen Seite  $de$  parallel zu  $OH$  ist, (wobei also für eine verticale Hinterfläche  $ab$  der Futtermauer der Winkel  $ade = \epsilon$  ist), schon an und für sich stehen bleibt, so wäre bei der Berechnung der Futtermauern, wenn von der Cohäsion des Mörtels abgesehen wird, eigentlich nur der Mauerkörper  $cbde$  und das drückende Prisma  $bei$ , wobei  $ei$  parallel zur Trennungsfäche  $ah$  des Prismas des grössten Druckes ist, in Rechnung zu bringen.

Fig. 2.



In der Theorie von Français wurde die Reibung zwischen dem Erdreiche und der Mauerfläche  $ab$  für zu geringe beachtet und daher vernachlässigt; unter dieser Voraussetzung wird  $\epsilon = 0$  und die Componente  $OH$  für eine verticale Hinterfläche der Mauer horizontal. Die Seite  $de$  des Dreieckes  $ade$  wird ebenfalls horizontal und fällt also mit der Grundfläche  $ad$  der Mauer zusammen.

Nach dieser Annahme erhält man für den Winkel  $\phi$  den die Trennungsfäche  $ah$  des Prismas des grössten Druckes mit dem Horizonte einschliesst:  $\phi = \left(45^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)$ , und für den nach horizontaler Richtung wirkenden grössten Erddruck:

$$OH = \frac{1}{2} \gamma h^2 \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\alpha}{2}\right).$$

In diesen beiden Gleichungen bedeutet:  $\gamma$  das Gewicht der cubischen Einheit des Anschüttungsmateriales,  $\alpha$  den natürlichen Böschungswinkel,  $\phi$  den Winkel den die Trennungsfäche des Prismas des grössten Druckes mit dem Horizonte einschliesst, und der Druck  $OH$  gilt für eine Länge des drückenden Erdprismas gleich der Längeneinheit.

III. Nach den Erfahrungen des Herrn Hoffmann wäre die Bruchfläche der Futtermauern jedoch nicht horizontal sondern bedeutend geneigt; dieser Umstand deutet darauf hin, dass die Reibung der Erdtheilchen an der Mauerfläche dennoch nicht zu vernachlässigen sei, und veranlasste mich zur folgenden Untersuchung, in der ich den Reibungswinkel  $\epsilon$  für die Bewegung des Erdreiches an der Mauerfläche berücksichtige.

Nennt man (Fig. 2)  $\alpha$  den natürlichen Böschungswinkel;

$\phi$  den Winkel den die Trennungsfäche  $ah$  des Prismas des grössten Druckes mit dem Horizonte einschliesst;

$\tan \epsilon$  den Reibungscoefficienten für die Reibung des Erdreiches an der Mauerfläche  $ab$  (bei längerer Berührung);

$G$  das Gewicht  $OG$  vom Prisma des grössten Druckes;

$H$  die um den Winkel  $\epsilon$  von der auf die hintere Mauerfläche  $ab$  gerichteten Normalen abweichende Seitenkraft  $OH$  des Gewichtes  $G$ ;

$J$  die um den Winkel  $\alpha$  von der auf die Trennungsfläche  $ah$  des Prismas des grössten Druckes gerichteten Normale, abweichende Seitenkraft  $OJ$  des Gewichtes  $G$ ;

$\gamma$  das Gewicht der cubischen Einheit des Erdreiches: so ist für eine verticale Innenfläche  $ab$  der Mauer und für ein drückendes Prisma von der Länge gleich 1, das Gewicht  $G$  des Prismas  $blm$ , wenn  $bl = y$  gesetzt wird,

$$G = \frac{1}{2} \gamma y^2 \cotg \varphi.$$

Zur Bestimmung des auf die Mauer gerichteten Erddruckes  $OH$  dient die Proportion:

$$H : G = \sin(\varphi - \alpha) : \sin(90^\circ - \varphi + \alpha + \epsilon)$$

$$\text{oder } H : G = \sin(\varphi - \alpha) : \cos(\varphi - \alpha - \epsilon).$$

Hieraus folgt;

$$H = G \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)} \dots \dots \dots (0)$$

somit, wenn man für  $G$  den Werth substituirt:

$$H = \frac{1}{2} \gamma y^2 \cotg \varphi \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)}$$

$$\text{d. i. } H = \frac{1}{2} \gamma y^2 \frac{\sin(2\varphi - \alpha) - \sin \alpha}{\sin(2\varphi - \alpha - \epsilon) + \sin(\alpha + \epsilon)} \dots (1)$$

und findet hieraus:

$$(2) \dots \dots \dots \tan \varphi = \frac{\cos \epsilon - \cos(2\alpha + \epsilon) + \sqrt{\sin^2(2\alpha + \epsilon) - \sin^2 \epsilon + [\cos \epsilon - \cos(2\alpha + \epsilon)]^2}}{\sin \epsilon + \sin(2\alpha + \epsilon)},$$

wodurch die Neigung der Trennungsfläche des Prismas des grössten Druckes bestimmt ist.

Für  $\epsilon = 0$  wird:

$$\tan \varphi = \frac{2 \sin^2 \alpha + \sqrt{2(1 - \cos 2\alpha)}}{\sin 2\alpha}, \text{ d. i.}$$

$$\tan \varphi = \frac{\sin^2 \alpha + \sin \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha + 1}{\cos \alpha} = \text{tg.}(45^\circ + \frac{1}{2} \alpha),$$

also  $\varphi = 45^\circ + \frac{1}{2} \alpha$ , wie nach Français.

Für  $\epsilon = 0$  und  $\alpha = 0$  wird:  $\tan \varphi = 0$ , wie es auch sein soll; denn substituirt man in die Gleichung (1) die Werthe  $\alpha = 0$  und  $\epsilon = 0$ , so wird  $H = \frac{1}{2} \gamma y^2$ , also von  $\varphi$  ganz unabhängig.

IV. Bei der Berechnung des Momentes der Seitenkraft  $H$  in Bezug auf die Mauerkante  $d$  (Fig. 2) benimmt man sich so, als ob eine Trennung des Erdreiches nur nach zur Trennungsfläche  $ah$  parallelen Linien erfolgen könnte, und dieser Vorgang ist darum erlaubt, weil z. B. das Prisma  $blm$  unter allen an  $bl$  liegenden Prismen den grössten Druck ausübt, wenn der Winkel  $bm l = \varphi$  ist, daher der von der Mauer herrührende diesem Drucke gleiche Gegendruck alle anderen an  $bl$  liegenden Erdprismen nicht nur in ihrer Lage erhält, sondern so zu sagen mit einem Ueberschuss an Kraft zurückhält.

$$\tan \varphi = \frac{\cos \epsilon - \cos(2\alpha + \epsilon) + \sqrt{\sin^2(2\alpha + \epsilon) - \sin^2 \epsilon + [\cos \epsilon - \cos(2\alpha + \epsilon)]^2}}{\sin \epsilon + \sin(2\alpha + \epsilon)};$$

ferner findet man nach Gleichung (0) den um den Winkel  $\epsilon$  von der auf die verticale Innenfläche der Mauer gerichteten Normalen  $ON$ , abweichenden Schub:

$$H = \frac{1}{2} \gamma y^2 \cotg \varphi \frac{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)}{\sin(\varphi - \alpha)}$$

und durch Differenziation:

Für das Prisma des grössten Druckes muss der Ausdruck:

$$Z = \frac{\sin(2\varphi - \alpha) - \sin \alpha}{\sin(2\varphi - \alpha - \epsilon) + \sin(\alpha + \epsilon)}$$

ein Maximum also  $\frac{dZ}{d\varphi} = 0$  sein. Der erste Differenzialquotient ist:

$$2 \cos(2\varphi - \alpha) [\sin(2\varphi - \alpha - \epsilon) + \sin(\alpha + \epsilon)] - 2 \cos(2\varphi - \alpha - \epsilon) [\sin(2\varphi - \alpha) - \sin \alpha] = 0,$$

oder

$$\sin(4\varphi - 2\alpha - \epsilon) - \sin \epsilon + \sin(2\varphi + \epsilon) - \sin(2\varphi - 2\alpha - \epsilon) - \{ \sin(4\varphi - 2\alpha - \epsilon) + \sin \epsilon - \sin(2\varphi + \epsilon) + \sin(2\varphi - 2\alpha - \epsilon) \} = 0,$$

demnach:

$$\sin \epsilon - \sin 2\varphi \cos \epsilon + \sin 2\varphi \cos(2\alpha + \epsilon) - \cos 2\varphi \sin(2\alpha + \epsilon) = 0,$$

woraus man findet:

$$\sin 2\varphi [\cos \epsilon - \cos(2\alpha + \epsilon)] + \cos 2\varphi \sin(2\alpha + \epsilon) - \sin \epsilon + 0.$$

Es ist aber

$$\sin 2\varphi = 2 \sin \varphi \cos \varphi = \frac{2 \tan \varphi}{1 + \tan^2 \varphi},$$

$$\cos 2\varphi = \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi = \frac{1 - \tan^2 \varphi}{1 + \tan^2 \varphi}.$$

Substituirt man diese Werthe in die vorige Gleichung, so erhält man nach Wegschaffung des Nenners die Gleichung:

$$2 \tan \varphi [\cos \epsilon - \cos(2\alpha + \epsilon)] + (1 - \tan^2 \varphi) \sin(2\alpha + \epsilon) - (1 + \tan^2 \varphi) \sin \epsilon = 0.$$

Nach der Theorie von Français, in welcher die Annahme  $\epsilon = 0$  gemacht wird, kommt ein drückendes Prisma  $ab h$  in Betracht, dessen an der Innenfläche der Futtermauer gelegene Seite  $ba$  der ganzen Höhe  $h$  der Futtermauer gleich ist, und man erhält das früher erwähnte Moment des von diesem Prisma  $ab h$  herrührenden Erddruckes in Bezug auf die Mauerkante  $d$ :

$$M = \frac{1}{2} \gamma h^3 \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right).$$

Wie schon oben erwähnt wurde ist diese Annahme nicht gestattet, und ich habe im Folgenden das Moment des grössten Erddruckes in Bezug auf die Mauerkante  $d$  mit Berücksichtigung des Reibungscoefficienten  $\text{tg } \epsilon$ , welcher der Reibung des Erdreiches an der hinteren Wand der Futtermauer entspricht, berechnet.

Es sei die Höhe  $ab$  der Futtermauer  $ab = h$ , die Kronenbreite derselben  $cb = x$ , der Coefficient für die Ausladung sei  $= k$ , also die grösste Ausladung der Futtermauer an der

Tagseite  $= kh$ , so findet man zunächst unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen die Neigung der Trennungsfläche des Prismas des grössten Druckes gegen den Horizont aus der Gleichung (2):

$$dH = \gamma y dy \cotg \varphi \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)}.$$

Der Hebelsarm  $\overline{df}$ , an welchem dieses Differenziale des Erddruckes wirksam ist, wird gefunden aus der Gleichung:

$$\overline{df} = [h - y - (x + kh) \tan \epsilon] \cos \epsilon;$$

das statische Moment dieses Differenziales des Erddruckes

in Bezug auf die Mauerkante  $d$  ist also

$$dM = dH \times \overline{df} \\ = \gamma \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)} \cotg \varphi \cos \epsilon [hy - y^2 - y(x + kh) \tan \epsilon] dy.$$

Das Prisma  $eda$  (Fig. 2), bei welchem der Winkel  $eda = \epsilon$  ist, erhält schon an und für sich den Theil  $eiha$  des drückenden Erdprismas und kann deshalb nicht umkippen, weil alle unendlich kleinen Componenten des vom Prisma  $eiha$  herrührenden Druckes noch innerhalb seiner Basis wirken, da sie sämmtlich parallel zu  $OH$  also gegen den Horizont unter dem Winkel  $\epsilon$  geneigt sind.

Um demnach das Moment des grössten Druckes in Bezug auf die Mauerkante  $d$  zu bestimmen, hat man die vorige Gleichung zwischen den Grenzen 0 und  $be = h - (x + kh) \tan \epsilon$  zu integrieren, und erhält hiedurch nach einiger Reduction:

$$(3) M = \frac{\gamma}{6} \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)} \cotg \varphi \cos \epsilon [h - (x + kh) \tan \epsilon]^3.$$

Integriert man ferner die oben gefundene Gleichung:

$$dH = \gamma y dy \cotg \varphi \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)}$$

ebenfalls zwischen den Grenzen Null und  $h - (x + kh) \tan \epsilon$ , so findet man den Erddruck selbst:

$$H = \frac{1}{2} \gamma [h - (x + kh) \tan \epsilon]^2 \cotg \varphi \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha - \epsilon)}.$$

Der Hebelsarm  $L$ , an welchem dieser Druck wirksam gedacht werden kann, ist:

$$L = \frac{M}{H} = \frac{1}{3} [h - (x + kh) \tan \epsilon] \cos \epsilon,$$

also ist der Angriffspunkt des resultirenden Erddruckes um:

$$\frac{1}{3} [h - (x + kh) \tan \epsilon]$$

von der Mauerkrone entfernt.

Für  $\epsilon = 0$  findet man aus Gleichung (3):

$$M = \frac{1}{6} \gamma h^3 \tan(\varphi - \alpha) \cotg \varphi,$$

und wenn man für  $\varphi$  den aus (2) für  $\epsilon = 0$  gezogenen Werth  $\varphi = (45^\circ + \frac{1}{2} \alpha)$  substituirt:

$$M = \frac{1}{6} \gamma h^3 \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right),$$

wie schon Français gefunden hat.

Für  $\alpha = 0$  und  $\epsilon = 0$ , also für Flüssigkeiten, folgt aus Gleichung (3):  $M = \frac{1}{6} \gamma h^3$  wie schon bekannt ist.

Das Moment des Mauergewichtes in Bezug auf den Punkt  $d$  ist:

$$M_1 = \gamma \left[ hx \left( kh + \frac{x}{2} \right) + \frac{k^2 h^3}{3} - \frac{(x + kh)^3}{3} \tan \epsilon \right] \quad (4),$$

wenn  $\gamma$ , das Gewicht der cubischen Einheit des Materiales der Mauer bedeutet.

Für das Gleichgewicht müssen die Werthe von  $M$  und  $M_1$  gleich, also  $M = M_1$  sein.

Für den sicheren Bestand muss das Moment des Mauergewichtes grösser sein als das Moment des Erddruckes und da setzt man nun  $M_1 = m M$  wobei  $m$  ein aus der Erfahrung zu bestimmender Sicherheitscoefficient grösser als die Einheit ist.

In der Regel ist

$$\alpha = 45^\circ, \epsilon = 35^\circ, \gamma = 100, \gamma_1 = 110,$$

und dann gibt man einer 24 Fuss hohen Futtermauer eine Kronenbreite von 4 Fuss bei einem Ausladungscoefficienten von  $k = \frac{1}{5}$ .

Zur Bestimmung des Sicherheitscoefficienten  $m$  ist also in der Gleichung (2), (3) und (4) zu setzen:

$$\alpha = 45^\circ, \epsilon = 35^\circ, \gamma = 100, \gamma_1 = 110, h = 24', \\ x = 4', k = \frac{1}{5}.$$

In diesem Falle findet man:

$$\text{aus Gleichung (2): } \varphi = 65^\circ,$$

$$\text{„ „ (3): } M = 13954,$$

$$\text{„ „ (4): } M_1 = 64350.$$

Der Sicherheitscoefficient ist aber

$$m = \frac{M_1}{M} \text{ oder } m = \frac{64350}{13954} = 4.6.$$

Die Futtermauern werden also in der Wirklichkeit mit 4,6facher Sicherheit gebaut und nicht, wie man bis jetzt geglaubt hat, mit 1½facher oder zweifacher Sicherheit. Zum grösseren Beweis mag das folgende auffallende Beispiel dienen. Eine Futtermauer von 27 Fuss Höhe, 2 Fuss Kronenbreite und einem Ausladungscoefficienten  $k = \frac{1}{5}$  hat während mehrerer Monate hindurch bei trockener Witterung bestanden, trotzdem dass das beinahe nur lehmige Anschüttungsmaterial in keiner Weise künstlich verdichtet wurde. Dagegen ist dieselbe zweimal, nachdem sie jedesmal in derselben Stärke wieder aufgeführt worden war, nach einem 10 bis 12 Tage andauernden heftigen Regen eingestürzt.

Für den ersten Fall ist zu setzen:

$$\alpha = 45^\circ, \epsilon = 35^\circ, \gamma = 100, \gamma_1 = 133, h = 27, x = 2, k = \frac{1}{5},$$

und dann wird:

$$\text{aus Gleichung (2): } \varphi = 65^\circ,$$

$$\text{„ „ (3): } M = 25459,$$

$$\text{„ „ (4): } M_1 = 53639,$$

und der Sicherheitscoefficient wird in diesem Falle  $m = 2,1$ .

Für den zweiten Fall ist zu setzen:

$$\alpha = 30^\circ, \epsilon = 27^\circ 30', \gamma = 118, \gamma_1 = 133, h = 27, \\ x = 2, k = \frac{1}{5},$$

und hiemit wird:

$$\text{aus Gleichung (2) } \varphi = 55^\circ,$$

$$\text{„ „ (3) } M = 67823,$$

$$\text{„ „ (4) } M_1 = 56200.$$

Das Moment des Erddruckes war also in diesem Falle grösser als das Moment des Mauergewichtes und zwar in dem Verhältnisse  $\frac{1}{12}$ ; die Mauer musste einstürzen, und der Einsturz ist auch wirklich erfolgt.

Statt dieser beiden Mauern wurde endlich eine dritte Mauer aufgeführt mit einer Kronenbreite von 4' und einem Ausladungscoefficienten  $\epsilon = \frac{1}{5}$ ; für den ungünstigsten Fall ist:

$$\varphi = 55^\circ,$$

$$M = 59562,$$

$$M_1 = 703474,$$

wobei wie im zweiten Falle:

$$\alpha = 30^\circ, \epsilon = 27^\circ 30', \gamma = 118, \gamma_1 = 133, h = 27, k = \frac{1}{5}$$

dagegen  $x = 4$  Fuss gesetzt wurde, und der Sicherheitscoefficient ergibt sich in diesem Falle  $m = 1,74$ . Diese letzte Mauer hat eine grossartige Probe bestanden; das durch lange andauernden Regen zugeströmte Wasser ist mit Vehemenz aus den in der Mauer ausgesparten Wasserabfluss-Oeffnungen ausgetreten, das nunmehr gestampfte Anschüttungsmateriale hat sich durch die Erweichung um 0,75 Fuss gesetzt, und es war längs der mehr als 150 Fuss langen Futtermauer

ein Sprung im Erdreiche in einer Entfernung von mehr als 15 Fuss von der inneren Mauerwand zu sehen und die Mauer ist dennoch stehen geblieben. Diese letzte Mauer müsste nach der von Herrn Hoffmann gerechneten Tabelle I unter den im zweiten Falle angegebenen ungünstigsten Bedingungen für den Gleichgewichtszustand eine Kronenbreite von 5 Fuss haben und hätte die angeführte Probe unmöglich aushalten können, für den gesicherten Bestand hätte dieselbe aber eine Dicke von 7,6 Fuss erhalten müssen, und man kann schon hieraus ersehen, dass die Theorie des Hrn. Hoffmann unrichtig ist.

V. Herr Hoffmann läugnet geradezu, dass zwischen den Erdtheilchen eine Reibung vorhanden sei, und führt in seiner Theorie dennoch den Einfluss des natürlichen Böschungswinkel ein. Dass hierin ein Widerspruch liegt ist klar, und wurde schon anfangs nachgewiesen.

Ausserdem behauptet Herr Hoffmann dass 1. ein Prisma des grössten Druckes, welches eine andere Trennungsfläche als die des natürlichen Böschungswinkels hat, gar nicht existiren könne, und sucht dieses daraus zu beweisen, dass bei nicht cohärirendem Anschüttungsmateriale das hinter einer umgekippten Futtermauer gewesene Erdreich immer bis auf den natürlichen Böschungswinkel abgeleitet. 2. Dass das Prisma des grössten Druckes eigentlich dasjenige sei, welches eine zur natürlichen Böschungsfläche parallele Trennungsfläche hat.

Die letztere Ansicht beruht auf dem Widerspruche, dass trotz der Annahme eines natürlichen Böschungswinkels selbst bei gar nicht cohärirendem Anschüttungsmateriale das Vorhandensein der Reibung zwischen den Erdtheilchen geläugnet wird, und kann also nicht richtig sein.

Die erstere Behauptung kann aber deshalb nicht als Beweisgrund gelten, weil nach dem Früheren, so lange die Futtermauer dem Erddrucke Widerstand leistet, eine Trennung nach einer anderen als der zur Trennungsfläche des Prismas des grössten Druckes parallelen Richtung allerdings nicht möglich ist, dass jedoch von dem Augenblicke als dieser Widerstand nicht mehr existirt, das Abgleiten eines nicht cohärirenden Erdreiches bis auf den natürlichen Böschungswinkel erfolgen muss.

Aus dem bis jetzt Gesagten folgt, dass man sich die Vorstellung, welche Herr Hoffmann von dem hinter der Futtermauer angeschütteten Materiale an den Tag legt, durch (Fig. 3) veranschaulichen kann, wo zwischen vollkommen glatten, steifen nach dem natürlichen Böschungswinkel geneigten Ebenen vollkommen glatte Kugeln ruhen, die vermöge ihres Bestrebens, längs den Ebenen herabzurollen, auf die Mauer einen Druck ausüben, eine Vorstellung, welche der Natur der Sache gewiss nicht entspricht.

Bei der Bestimmung vom statischen Momente des Erddruckes zerlegt Herr Hoffmann das vertical abwärts wirkende

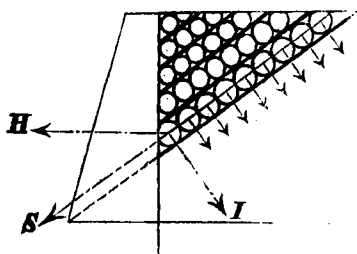


Fig. 3.

Gewicht  $OG$  des Prismas  $beh$  in zwei Seitenkräfte  $OH$  und  $OJ$  (Fig. 4), wovon die erste  $OH$  von der auf die verticale

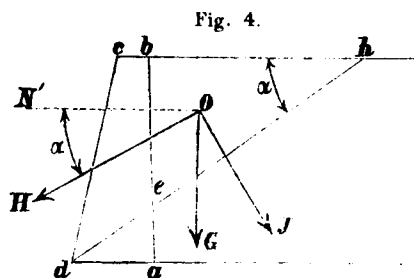


Fig. 4.

Hinterfläche  $ab$  d. Mauer gerichteten Normalen  $ON'$  um den Winkel  $\alpha$  abweicht, wobei  $\alpha$  d. natürlichen Böschungswinkel des Anschüttungsma-

teriales bezeichnet, und die zweite  $OJ$  auf der unter dem natürlichen Böschungswinkel geneigten Fläche  $eh$  senkrecht steht. Ausserdem zieht Herr Hoffmann den Theil  $bode$  der Mauer und den Theil  $ebh$  des Erdprismas in Betracht, wobei die Linien  $de$  und  $eh$  unter dem natürlichen Böschungswinkel gegen den Horizont geneigt sind. Hierin machen sich folgende Fehler bemerkbar. 1. Ist das hier angenommene Prisma, wie schon oben bewiesen wurde, nicht dasjenige welches den grössten Druck auf die Mauer ausübt. 2. Sollte die Seitenkraft  $OJ$  nicht normal, sondern von der auf  $eh$  normalen Richtung um den der Reibung der Erdtheilchen entsprechenden Reibungswinkel  $\alpha$  abweichen, wie schon bewiesen wurde. 3. Darf die Kraft  $OH$  nicht um den Winkel  $\alpha$ , welcher dem natürlichen Böschungswinkel gleich ist, von der Normalen  $ON'$  abweichen, sondern sie muss von derselben um einen Winkel  $\iota$  abweichen, für welchen  $\tan \iota = f$ , d. i. dem Reibungscoefficienten für die Reibung des Erdreiches an der Mauer gleich ist. Denn denkt man sich diese Kraft  $OH$  in eine horizontale und eine verticale Componente zerlegt, wovon die erste  $P$ , die zweite  $Q$  heissen mag, so wird die erste den Umsturz der Mauer hervorrufen und zugleich eine Reibung  $H \sin \iota$  erzeugen, welche vertical abwärts wirkend den Umsturz zu verhindern sucht. Ist nun  $\alpha > \iota$ , so wird von der verticalen Componente  $Q = H \sin \alpha$  der Theil  $H \sin \iota$ , durch die den Umsturz der Mauer verhindernde Reibung aufgenommen, dagegen der Theil  $H (\sin \alpha - \sin \iota)$  einen weiteren Schub und zwar ebenso wie das Gewicht des Prismas anfänglich verursachen. 4. Entsteht in Folge der falsch angenommenen Richtung von  $OH$  auch der Fehler, dass die untere Begrenzung  $de$  des Mauerkörpers  $bode$  unter dem Winkel  $\alpha$  statt unter dem Winkel  $\iota$  gegen den Horizont geneigt angenommen wird, in Folge dessen also weiters eine falsche Höhe  $[h - (\alpha + kh) \tan \alpha]$  des drückenden Erdprismas und ein falsches Mauergewicht in Rechnung gebracht wird.

Diese sub. 3. und 4. erwähnten Fehler sind principiel um so grösser als bei der Annahme eines so glatten Anschüttungsmateriales, wo sich die einzelnen Theilchen gar nicht reiben, eine Reibung derselben an der Mauerfläche auch nicht vorauszusetzen ist, so dass  $\tan \iota$  eigentlich gleich Null, also auch  $\iota = 0$  und die Componente  $OH$  horizontal und normal auf die hintere Mauerfläche zu nehmen wäre. Zu demselben Schlusse kommt man übrigens auch durch die in (Fig. 4) dargestellte Anschauungsweise, indem sich der auf die hintere Mauerfläche gerichtete Schub nur durch den Berührungspunkt der Kugeln mit der Mauerfläche also nur nach horizontaler Richtung äussern kann.

VI. Den Erddruck des hinter Fussmauern angeschütteten



Der resultirende Erddruck selbst ist aber:

$$\mathfrak{S} = \gamma [h - (x + kh) \tan \alpha]^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos \epsilon},$$

demnach das Moment dieses Erddruckes,  $M = \mathfrak{S} L$ :

$$M = \gamma \cos^2 \alpha [h - (x + kh) \tan \alpha]^3 \dots (8)$$

Diese Gleichung, welche ich für das Moment des Erddruckes bei Fussmauern unter der Voraussetzung finde, dass das nach der natürlichen Böschungsfäche angeschüttete Erdreich bis in eine unendliche Höhe über die Krone der Fussmauer hinaus rage, stimmt sehr nahe mit der von Herrn Hoffman für gewöhnliche Futtermauern gefundenen überein, welcher Umstand ebenfalls nicht zu Gunsten der von Herrn Hoffman aufgestellten Theorie spricht.

Reschitza, den 22. Juli 1858.

*Maximilian Herrmann,*

Unteringenieur der k. k. priv. österr. Staatseisenbahngesellschaft.

## Die neuen Tangentialräder in Ettlingen.

Die grosse Spinnerei in Ettlingen nächst Karlsruhe wurde bisher durch zwei Jonvalturbinen und ein grosses schmiedeisernes Wasserrad betrieben. Letzteres bedurfte aber beständiger Reparaturen, weil es ohne Umfangsstangen construirt war. Desshalb wurde es jetzt abgeworfen und durch zwei sogenannte Tangentialräder, nämlich von aussen beaufschlagte Fourneyron'sche Partialturbinen aus der rühmlichst bekannten Werkstätte von Escher-Wyss in Zürich ersetzt, welche heuer schon deren zwanzig gebaut haben soll. Diese Räder sind dadurch interessant, dass sie diametral entgegengesetzt durch je einen Bogen von  $60^\circ$  beaufschlagt werden, also eine Partialität von einem vollen Drittel des Umfanges besitzen, und einen der bedeutenden absoluten Wasserkraft von 100 Pferden für jedes Rad angemessenen Durchmesser von 2,4 Meter haben. Das ungewöhnlich grosse Partialitätsverhältniss gestattete, die Turbine nach den Regeln für Vollturbinen zu construiren und berechtigt bei der ausserordentlich sorgfältigen Ausführung auch zu der Erwartung, dass der Wirkungsgrad jenem der Vollturbinen (65–70%) nur wenig nachstehen werde. Während nämlich sonst für Druckturbinen angenommen werden muss, dass die Zellen nicht voll laufen, dass mithin beim Eintritt in das Rad atmosphärische Pressung statt findet, und die absolute Einflussgeschwindigkeit  $U = \sqrt{2gH}$  ist, wobei man den spitzen Winkel  $\beta$  des ersten Elementes der sackförmigen Schaufel doppelt so gross als den Winkel  $\alpha$  des mittleren Strahls im Leitcanal gegen den Radumfang, und den Winkel  $\gamma$  des letzten Schaufelelementes beträchtlich grösser als  $\beta$  machen muss, so ist hier die Schaufelform zwar auch sackförmig, aber ein Volllaufen vorausgesetzt, und  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$  und  $\gamma$ , vielleicht grösser als eben nöthig,  $= 20^\circ$  construirt. (Es wird jedoch bemerkt, dass sämtliche hier mitgetheilte Zahlenangaben bloss geschätzt sind, weil ein Aufzeichnen oder Abmessen nicht gestattet ist.) Dieser Umstand bewirkt, dass bei richtigem Gang des Rades die absolute Eintrittsgeschwindigkeit  $U < \sqrt{2gH}$  und die Pressung am äusseren Umfang grösser als die atmosphärische ist, vorausgesetzt, dass das Rad so gebaut ist, dass dieses Verhältniss auch factisch eintreten kann. Die Bedingungen hiefür sind nun

aufs Vollkommenste realisirt; die Anzahl der Blechschaufeln des Rades ist nicht weniger als 96, sämtliche Begrenzungen der beiden Zuleitungscanäle mit ihren angegossenen beiden Leitcurven, durch welche drei Eintrittsöffnungen gebildet werden, schliessen mit bearbeiteten Flächen an die bearbeiteten Radkränze ohne allen Zwischenraum an (die grösste während des Montirens eben sichtbare Undichtheit betrug kaum einen Millimeter) und die kreisförmigen Fugen sind oben und unten noch durch Deckbleche vollkommen schliessend bedeckt; die metallenen Schieber endlich, welche die drei Oeffnungen auf jeder Seite vollkommen abschliessen können, bewegen sich an die Leitflächen anliegend genau tangirend an die Mitte der Oeffnung in einem Abstände vom Radumfang von nur zwei Millimetern. Das Zuschieben derselben hat mithin fast genau dieselbe Wirkung, als wenn bei einer Vollturbine die Dicke der Leitcurven mehr und mehr wachsen würde, nur ändert sich in vorliegendem Falle dabei auch der mittlere Winkel  $\alpha$  und der Contractionscoefficient ein wenig. Die Schieber bewegen sich mit verstärkten Rändern in dreieckigen Nuten der Ober- und Unterfläche des Leitcanals, welcher desshalb sammt seinen Leitschaufeln aus zwei Theilen besteht, die in der mittleren Höhe des Canals durch Flantschen verbunden sind. Sie werden alle sechs gleichzeitig und zwar von aussen mittelst conischer Räder, Schnecken und Wurmräder, innen ohne Zweifel durch Getriebe mit grosser Leichtigkeit bewegt. In den beiden verticalen Einfallröhren von  $90^\circ$  äusseren Durchmesser sind noch Drosselklappen, welche durch Wurmräder und zwei Schnecken an einer gemeinschaftlichen Axe mittelst Uebersetzung bewegt werden. Das Turbinenrad hat eine lichte Radkranzhöhe von  $30^\circ$ , Breite von  $22^\circ$  und 6 Arme, es hängt mittelst zweier Schraubenbolzen an Ohren des gusseisernen Wellbaumes, an dem es mit einem grossen Keil befestigt ist, und ist aus einem Stück gegossen, zu welchem Behufe an jedem Arm ein Schaufelraum mit geeigneter Zuspitzung ausgegossen ist. Die derart eingegossenen Blechschaufeln sind sehr dünn, etwa  $4^\circ$  stark, die metallenen Schieber haben auch nicht viel mehr.

Die Fundamentplatten der Einläufe sind mit jenen des Wellzapfens verbunden, das Ende des Einlaufes auch noch mit dem Pfannenstuhl zusammengehängt, die ganze Radstube für beide neben einander stehenden Turbinen aus Quadern hergestellt; die untere Radebene liegt  $80^\circ$  über dem Boden, das obere Halsbandlager über dem horizontalen conischen Transmissionsrad, und das darüber befindliche Lager für die horizontale Transmissionsaxe sind an einer gusseisernen, zwei verbundene Träger darstellenden Brücke angebracht; die Einfallröhren reichen weiter hinauf und münden oben in einen Wasserkasten. Sie sind aus Blech, nur die Endstücke und der Drosselklappeneinsatz aus Gusseisen.

Die Berechnung einer derartigen Partialturbine kann mit kleinen Modifikationen nach Redtenbacher's Resultaten, dritte Auflage, Seite 169 und 173, in folgender Weise geschehen:

Gegebenes Gefälle  $H = 31$  bad. Fuss  $= 9^\circ,3$ , gegebene Wassermenge für ein Rad bei ganz geöffneten Schiebern  $Q = 30$  bad. Cub.-Fuss  $= 0,81$  Cub.-Meter pr. Secunde (angeblich 45 Cub.-Fuss, das ist aber bei der starken Contraction nicht wohl möglich), mithin die absolute Wasserkraft  $= \frac{1000}{76} \cdot 0,81$ .

9,3 = 97 Pferde; gegebene Partialität  $\frac{1}{3}$  oder  $m = 3$ , d. h. es ist für eine Vollturbine zu rechnen mit der Wassermenge  $mQ = 3.0,81 = 2,34$  Cub.-Meter.

Die Formeln Seite 173 Nr. 221 gelten sowohl für Fourneyron'sche Vollturbinen mit innerer so wie auch für solche mit äusserer Beaufschlagung (Francis-Turbinen), wenn in beiden Fällen der Stellenzeiger 2 sich auf den Eintrittsumfang und 1 auf den Austrittsumfang bezieht, denn die Wirkung der Centrifugalkraft ist dann in beiden Fällen  $= 1000 Q \left( \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \right)$ , positiv in jenem, negativ in diesem Fall. Statt  $\alpha + \beta$  ist jedoch  $\beta - \alpha$  zu schreiben, sobald die Schaufel sackförmig ist und unter  $\beta$  der spitze Winkel gegen den Radumfang beim Eintritt verstanden wird. Angenommen also, der Winkel, unter welchem die Leitcurven den Eintrittsumfang, hier den äusseren, schneiden, sei  $\alpha_1 = 15^\circ$ , derselbe Winkel für den mittleren Wasserstrahl (später aus der Zeichnung zu controlliren)  $\alpha = 12^\circ$ , der Winkel  $\beta$  des ersten Elementes der sackförmigen Schaufel gegen den (äusseren) Radumfang  $= 60^\circ$ , so folgt die vortheilhafteste Geschwindigkeit des äusseren Rad-

umfanges  $v_2 = 0,707 \sqrt{2gH \cdot \frac{\sin(\beta - \alpha)}{2 \sin \beta \cos \alpha}}$  und da nach Tab.

Seite 105 für  $H = 0,093$ ,  $\sqrt{2gH} = 1,35$  ist:  $v_2 = 0,707$ .

$13,5 \sqrt{\frac{\sin 48^\circ}{2 \sin 60^\circ \cos 12^\circ}}$ , d. i.  $v_2 = 6^m,36$ . Damit könnte man gleich die Umdrehungszahl  $n$  pr. Minute finden, wenn man  $R_2$  hätte. Die für Fourneyron'sche Turbinen mit innerer Beaufschlagung aufgestellte empirische Regel  $R_2 = 0,538 \sqrt{Q}$  kann hier passend ebenfalls für den inneren Radius beibehalten werden; also  $R_1 = 0,538 \sqrt{Q}$ , oder da man  $\frac{R_1}{R_2}$  ungefähr  $= 0,8$  voraussetzen darf,  $R_2 = \frac{1}{2} \sqrt{Q}$ , mithin in unserem Falle  $R_2 = \frac{1}{2} \sqrt{2,43} = 1^m,05$ . Wünscht man aber eine kleinere Umdrehungszahl, so kann man  $R_2$  auch beliebig grösser nehmen, wir setzen also  $R_2 = 1^m,2$ , womit folgt:

$$n = 9,55 \cdot \frac{v_2}{R_2} = 9,55 \cdot \frac{6,36}{1,2} = 50 \text{ Touren pr. Minute.}$$

Die absolute Geschwindigkeit  $U$ , mit welcher das Wasser aus den Leitcanälen ausfliesst, ist:

$$U = \sqrt{2gH} \cdot \sqrt{\frac{\sin \beta}{2 \cos \alpha \sin(\beta - \alpha)}} = 0,772 \sqrt{2gH} = 10^m,4.$$

Die Anzahl der Leitcurven  $i = 24$  bis 30 ist für eine Vollturbine passend; aber bei Partialturbinen, wo die Leitflächen aus Gusseisen sind, um bearbeitet werden zu können, und wo noch auf dieselben die Schieber zu liegen kommen, muss man die Anzahl etwas verringern;  $i = 18$  auf den ganzen Umfang repartirt ist zweckmässig. Die Metalldicke der gusseisernen Leitschaufeln und metallenen Schieber ist nach

dem Gefühl anzunehmen, hier zusammen etwa  $\frac{R_2}{24} = 5^m$ .

Mit diesen Angaben kann man jetzt den auf drei Canäle auf jeder Seite (zusammen  $\frac{i}{m} = \frac{18}{3} = 6$  Canäle) beschränkten Einlauf im Horizontalschnitt zeichnen und aus dieser Zeichnung die normale Weite  $s$  an der Mündung der Leitcanäle in das Rad entnehmen; man wird etwa finden  $s = 0^m,06$ ; damit

folgt die Radhöhe  $\delta = \frac{Q}{iskU}$ , sobald man sich über den Contractionscoefficienten  $k$  entschieden hat. Dieser kann bei ziemlich stark geschlossenem Schieber wohl bis auf  $\frac{1}{2}$  sinken, wenn der Schieber einfach eben ist, wie in vorliegendem Falle; ihn anders zu formen, dass beim Austritt aus dem Leitcanal  $k = 0,9$  würde, wäre zwar für den Eintritt ins Rad gut, würde aber einen grösseren Austrittswinkel  $\gamma$  erheischen, damit die grössere Wassermenge ungehindert hinaus kann; wir nehmen also bei ganz geöffneten Schiebern in vorliegendem Falle  $k = 0,7$  an und finden  $\delta = \frac{2,43}{18 \cdot 0,06 \cdot 0,7 \cdot 10,4} = 0^m,30$ .

Damit ergäbe sich nun, die Radhöhe aussen und innen gleich vorausgesetzt, die nöthige normale Zellenweite beim Austritt aus dem Rad:

$$s_1 = s \cdot \frac{k}{k_1} \cdot \frac{i}{i_1} \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)},$$

sobald man sich über die Anzahl  $i_1$  der Radschaufeln und über das Verhältniss  $\frac{R_2}{R_1}$  entschieden hat, denn  $k_1$  kann man jederzeit mit 0,9 in Rechnung bringen.

Für das Verhältniss des äusseren zum inneren Halbmesser hat Redtenbacher bei innerer Beaufschlagung die empirische

$$\text{Formel } \frac{R_1}{R_2} = 1 + \frac{0,0045 \beta}{\sqrt{R_1}} \text{ aufgestellt, wobei } \beta \text{ den spitzen}$$

Einlaufswinkel einer nicht sackförmigen Schaufel bezeichnet, denn es ergibt sich aus dem Gefühl, dass der Radkranz verhältnissmässig breiter sein muss, je stärker die Schaufel gekrümmt, also je grösser  $\beta$  ist, und je kleiner das Rad ist. Bei äusserer Beaufschlagung und sackförmiger Schaufel wird desshalb das Verhältniss des inneren zum äusseren Halbmesser  $\frac{R_1}{R_2}$  desto kleiner, also der Radkranz verhältnissmässig breiter

sein müssen, je kleiner  $\beta$  und je kleiner das Rad ist. Wir wollen uns jedoch nicht erlauben, für diesen Fall eine der obigen analoge empirische Formel aufzustellen, sondern würden lieber vorschlagen,  $R_1 = 0,8 R_2$  zu wählen, und aus der Zeichnung des Rades zu beurtheilen, ob  $R_1$  etwa grösser oder kleiner zu nehmen sei. Im vorliegenden Falle ist  $R_1 = 0,817 R_2$ , wobei der Radkranz aber schon den Eindruck macht, als sei er eher zu schmal gehalten. — Die Anzahl  $i_1$  der Radschaufeln, so wie die Metallstärke derselben ist am besten jeweilig nach dem Gefühl und nach der Vollkommenheit, die man beabsichtigt, zu bestimmen. Als Maximum der Schaufelzahl für die bestmögliche Construction mag etwa die in vorliegendem Fall angewandte Anzahl  $i_1 = 96$  gelten,

wobei die Metallstärke nur  $s_1 = \frac{R_2}{300}$  ist. Ueber derlei Neben-

sachen, wie die Verhältnisse  $\frac{R_1}{R_2}$ ,  $\frac{i}{i_1}$  ist es schwer, empirische Formeln zu geben; solche halten nur innerhalb enger Grenzen Stich, denn sie haben keine wissenschaftliche Basis und müssen die Tugend haben, einfach zu sein; dass sie also unter sehr verschiedenen Verhältnissen etwas leisten, ist von ihnen nicht zu verlangen. Wenn man mehrere Verhältnisse aufzeichnet, so findet das Gefühl mit Sicherheit das passendste heraus.

$$\text{Man wird nun mit der bekannten Theilung } t = \frac{2R_1 \pi}{i_1}$$



und mit dem angenommenen  $\beta$  und  $\gamma = 12$  bis  $20^\circ$  die Rad-schaukeln von der Dicke  $s$ , in geeigneter Form in den mit  $R_s = 0,8 R$ , gezeichneten Radkranz einzeichnen, die äussere Zellenweite  $s$ , abmessen und sehen, ob sie mit der oben berechneten stimmt; wenn nicht, so wird man leicht beurtheilen, ob man die Schauelform und den Winkel  $\gamma$ , oder  $R_s$ , oder die Schauelfdicke ändern soll, um gute Verhältnisse zu erhalten und jener Gleichung für  $s$ , zu genügen. Ein etwas zu grosses  $s$ , beeinträchtigt den Effect weniger als ein zu kleines, durch welches die Pressung am Eintrittsumfang erhöht, also der Eintritt erschwert wird. Das mag der Grund sein, warum der Constructeur den Winkel  $\gamma$  dem Anscheine nach  $= 20^\circ$  oder eher noch grösser genommen hat, wiewohl dadurch der Verlust durch die absolute Geschwindigkeit des austretenden Wassers ein klein wenig grösser wird; dieser Verlust ist überhaupt weit geringer, als die nicht berechenbaren Verluste durch Wirblungen. — Es wäre sehr interessant zu wissen, wie gross der Wirkungsgrad einer so vortrefflich ausgeführten grossen Partialturbine in Wahrheit ist; leider aber lassen sich bei 60 Pferdekraft keine verlässlichen dynamometrischen Versuche machen, und den Messungen, welche  $75\%$  Nutzeffect bei jeder Schieberstellung ergeben, wird doch kein Sachkenner Glauben schenken; 60 oder einige Procen te darüber, höchstens  $65\%$ , dürfte wohl Alles sein, was zu erreichen ist; aber das ist immerhin zuzugeben, dass die Abnahme des Wirkungsgrades bei abnehmender Wassermenge viel kleiner sei als bei einer Vollturbine, also insoferne die Partialturbine mit tangentialen Schiebern den Vorzug verdiene. Das Geeignetste dürfte sein, eine Jonval-Vollturbine und ein Escher'sches Tangentialrad zu combiniren, jedes auf die Hälfte der grössten Wassermenge berechnet, so dass man selbst bei  $\frac{1}{8}$  dieser Wassermenge noch die Partialturbine allein mit  $\frac{1}{4}$  Schieberöffnung arbeiten lassen kann. Zwei Tangentialräder neben einander aufzustellen, dürfte, wenn nicht die kleine Umdrehungszahl bestimmend auf die Wahl einwirkt oder sonstige spezielle Gründe entscheiden, im Allgemeinen nicht so angemessen erscheinen.

S.

## Beschreibung der Brückenhäng- und Sprengwerke mit Trägern von gleichem Widerstand.

Von Josef Langer, k. k. Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 24.)

Seitdem der Brückenbau durch die Eisenbahnen in ein neues Stadium getreten ist und demzufolge der Brücken viele und mitunter grossartige auszuführen kommen, machen sich auch in diesem Zweige der Baukunst öconomische Rücksichten immer geltender und man fragt ernstlich, welches von allen den zu Gebote stehenden Brückenbausystemen bei gleicher Sicherheit und Dauerhaftigkeit das billigere sei.

Das Problem, grosse Spannweiten für Eisenbahnen zu überbrücken, ist mit den neuen Hängwerken Englands noch nicht genügend gelöst. Sie sind zu theuer um auf dem minder reichen Continente Nachahmung zu finden, der älteren Kesselblechbrücken gar nicht zu gedenken, welche in ihrer Ausführung im Grossen (wie die Britannia- und Conwaybrücke)

noch viel theurer sind. Auch den im grössern Massstabe auch auf dem Continente zu Stande gekommenen Schienen-gitterbrücken in ihrer bisherigen Gestalt ist die öconomische Grenze der Ausführbarkeit eng genug vorgezeichnet.

Die Kettenbrücken erscheinen in ihrer bisherigen Ausbildung wegen der Einsenkungen der Brückenbahn für den Locomotivbetrieb wenig anwendbar, und es war vorzüglich der Wunsch, dieses Brückensystem durch geeignete Modificationen für den gedachten Zweck tauglicher zu machen, welcher mich bei der Construction meiner gegenwärtigen Brückenträger leitete. Ich gebe im Vorliegenden die Skizzen und die kurze Beschreibung von Häng- und Sprengwerken, mit denen für die gelungene Lösung der gedachten Aufgabe ein neuer und sicherer Schritt vorwärts gemacht sein dürfte.

Ich bin, um systematisch vorzugehen, von der Versteifung der geraden Linie mittelst Gitterwerk zur Versteifung der bogenförmigen übergegangen und zu jener der eigentlichen Stützlinie geschritten, welche letztere durch Umkehrung der Figur die Kettenlinie gibt. Ich habe hiebei die Idee der gleichen Festigkeit in allen Theilen der Construction durchzuführen gesucht, das Material der stützenden Glieder überall der örtlichen Inanspruchnahme durch die Lastwirkungen gemäss vertheilend, womit sich die Bezeichnung meiner Constructionen als Brückenträger von gleichem Widerstand motivirt.

Fig. 1 stellt ein Sprengwerk vor, welches aus zwei geraden Balken  $AM$  besteht, die sich im gemeinschaftlichen Scheitelpunkte  $M$  anstemen und in ihren Fusspunkten  $A$ , wo sie auf den Pfeilern ruhen, durch die horizontale Spannkette  $AA$  zusammengehalten werden. Das Gitterwerk zur Versteifung der beiden Balkentheile erweitert sich von  $M$  nach  $A$  gemäss der durch die Gesamtbelastung (die eigene und zufällige Maximallast) in ihm bewirkten Inanspruchnahme und ist der Uebergang desselben von einem Balken zum andern zunächst der Scheitelmittle  $M$  mit Rücksicht auf die Sonderwirkungen der beweglichen Last bewerkstelligt.

Fig. 1.



Die Stützen dieses Sprengwerkes stellen im Hauptgerippe ein geradliniges Dreieck vor, gebildet von den zwei symmetrisch ansteigenden Seiten  $AM$  und von der horizontalen Basis  $AA$ .

In Fig. 2 werden zwei bogenförmige Balken  $AM$  mit ihren Scheiteln  $M$  in Berührung gebracht, durch das von  $M$  nach  $A$  hin stärker werdende Gitterwerk versteift und durch die Spannkette  $AA$  im tragfähigen Gleichgewichte erhalten, wornach die Stützen dieses Sprengwerkes im Hauptgerippe folgendes Dreieck zusammenstellen:

Fig. 2.

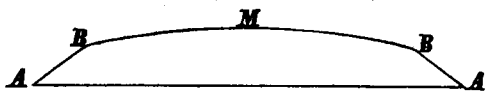


bestehend aus den beiden bogenförmigen Seiten  $AM$ , und aus der Grundlinie  $AA$ .



Das in Fig. 3. dargestellte Sprengwerk, besteht wesentlich aus vier Hauptstützen und basirt auf folgendem Gerippe:

Fig. 3.



Hier ist der nach der eigentlichen oder natürlichen Stützlinie gebogene Rücken *BMB* mit den beiderseitigen Streben *AB*, die für sich bogenförmige Balkenstücke bilden, und vermittelst dieser mit der Spannkette *AA* zum Ganzen verbunden. Der Stemmboogen *BMB* hat als Stützlinie die Eigenschaft, für die symmetrisch zu beiden Seiten der Mitte vertheilte Constructionslast und für eine volle gleichmässige bewegliche Last sich selbst zu stützen, ohne irgend eine Ausbiegung oder andere Formveränderung als die Verkürzung in sich selbst durch die Lastwirkung zuzulassen. Nur die theilweise einseitige und ungleichmässige zufällige Belastung der Brücke strebt die Stützlinie durch örtliche Ein- und Ausbiegungen aus ihrer Form zu bringen. Man hat daher hier den Vortheil, das Gitterwerk, das Steifigkeitsgerippe, längs der gedachten Stützlinie, nur für die Sonderwirkungen der zufälligen Last berechnen und construiren zu dürfen, während hiebei von der Eigenlast der Construction wie auch von dem Moment der vollen in Rechnung gestellten Betriebsbelastung abgesehen werden kann.

Bekanntlich erweisen sich die Sonderwirkungen der theilweisen zufälligen Last am bedeutendsten, wenn die Brücke von einem Ende bis zur Mitte zufällig belastet ist, und braucht man daher die Stärke des Versteifungsgitters eben nur für diesen speciellen Belastungsfall zu bemessen.

Für die Ausläufer *AB* der Stützlinie *BMB*, nämlich für die beiderseitigen Balkentheile *AB*, mittelst welcher die Uebertragung der Lastwirkungen von der Stützlinie auf die Stemmboogenstücke *AC* und von da auf die Wurzeln des Systems in *A* vor sich geht, fällt der erwähnte Vortheil hinweg, und muss behufs der Bemessung des zugehörigen Gitterwerks auf das Moment der grössten Gesamtlast der Brücke (der eigenen und zufälligen Last) Bedacht genommen werden.

Mit der Fig. 4. wird zur Construction und Versteifung der einheitlichen reinen Stützbogenlinie *AMA* geschritten. Diese stellt in ihrer sanften Krümmung eine vom Kreisbogen sehr wenig abweichende Parabel dar, und kann behufs der Ausführung die erstere für die letztere genommen werden.

Das Gitterwerk erscheint hier unter Benützung des obgedachten mit der Eigenschaft der Stützlinie zusammenhängenden Vortheils für die einseitige halbe zufällige Belastung der Brücke bemessen.

Da bei der Anordnung der reinen Stützbogenlinie die Inanspruchnahme des Steifigkeitsgitters zunächst der Bogenenden oder Widerlager drei Achtel der ganzen für die Brücke bemessenen beweglichen Last, und zunächst der Scheitelmitte ein Achtel derselben beträgt, wie bekannt ist, so hat auch demgemäss die Stärke resp. Tragfähigkeit des Gitterwerkes an den Bogenenden dreimal so gross als jene am Bogenscheitel zu sein. Dies Verhältniss ist in der Anlage des Gitterwerks der Fig. 4. anschaulich dargestellt.

In den Grundzügen besteht dieses einfache Stützbogensprengwerk aus zwei Linien, nämlich aus der Stützbogenlinie *AMA* und aus der Horizontalen *AA*.

Fig. 4.



Das in Fig. 5. dargestellte Bogensprengwerk ist eine Modification des vorigen und besteht darin, dass anstatt einer Stützbogenlinie deren drei parallel laufend und so angeordnet sind, dass sich die Lastwirkungen des Objects auf alle drei gleichmässig vertheilen. Die Gitterwand erscheint hier in ihrer Höhendimension ebenmässig durchgeführt; gleichwohl wird sie zunächst der Bogenenden die vierfache Festigkeit von jener im Bogenscheitel haben, wenn die Gitterstreben dort nach der Breitendimension (nämlich nach ihrer Dicke) in diesem Verhältniss verstärkt sind, und die Verstärkung stufenweise gegen die Mitte hin in Abnahme gebracht wird.

Das nackte Gerippe dieses Sprengwerkes ist in folgenden Grundlinien ausgesprochen:

Fig. 5.



Fig. 6. stellt dasselbe vor, nur mit einem andern Detail im Gitterwerk, nämlich mit dem Gitter aus Streben und Hängesäulen bestehend. Mit diesem Gitterdetail lässt sich dieses Sprengwerk bequem in Holz ausführen, wobei dann nur die Hängesäulen des Gitterwerkes und die Spannkette *AA* aus Schmiedeeisen herzustellen wären.

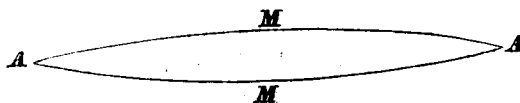
Wie die Stützbogenlinie in umgekehrter Lage die Kettenlinie gibt, sich nach gleichen Gesetzen construierend, so wird die durch Gitterstreben versteifte Stützlinie in umgekehrter Form die versteifte Kettenlinie geben, und denselben Gesetzen der Berechnung folgen.

Die Aufgabe, Bogen- und Hängebrücken für Eisenbahnen tauglich zu construiren, findet in der Anwendung dieses Princip — in der naturgemässen Versteifung der Stütz- und Kettenlinie mit Gitterwerk — ihre einfache öconomische Lösung.

Mit der Umkehrung der Stützlinie in die Kettenlinie, mit der Umgestaltung des Sprengwerkes in ein Hängewerk erscheint die Construction in der Gestalt von Fig. 7. Man hat also zwei Systeme nach einem und demselben Princip.

Durch Combinirung des Spreng- und Hängwerkes, durch Zusammenstellung der Stütz- und Kettenlinie gelangt man zu der in Fig. 8. dargestellten Construction, und diese liefert ein drittes System nach demselben Princip mit den Grundzügen:

Fig. 6.



Hier fällt die in den früheren Figuren mit *AA* bezeichnete Spannkette hinweg, da die horizontalen Schubkräfte des Sprengwerkes sich mit den horizontalen Zugkräften des Häng-

werkes an den Wurzeln in *A* aufheben und im Gleichgewicht halten, vorausgesetzt, dass die beiden Bogenwerke von gleichem Gewichte sind und nach ihrer ganzen Länge durch eine Reihe von Bändern in einer solchen Weise miteinander verkuppelt sind, dass die Last der Brückenbahn mit der zufälligen Belastung sich zu gleichen Theilen auf beide Systeme vertheilt.

Es ist übrigens mit dieser combinirten Anordnung ein öconomischer Vortheil für den Materialaufwand in so lange nicht erzielt, als das Verhältniss der Objectsspannweite *AA* zur Pfeilhöhe *MM* in beiden Constructionsfällen dasselbe ist. Ein solcher stellt sich für das combinirte System im Vergleich zum einfachen erst dann heraus, wenn das gedachte Verhältniss sich zu Gunsten einer grösseren Pfeilhöhe bei ersterem ändert; denn die Grösse der resultirenden Horizontalkräfte hängt unter gleicher Belastung lediglich von diesem Verhältnisse ab.

Während die Hängewerke sich mit ihrer eigenen und zufälligen Last von selbst in der verticalen Ebene erhalten, verlangen die Sprengwerke bezüglich ihres lothrechten Standes eine besondere Bedachtnahme, eine Sicherung gegen Seitenschwankungen und gegen das Umkippen.

Um der diesfälligen Standfestigkeit ohne irgend erheblichen Mehraufwand an Material zu Verspreizungen Rechnung zu tragen, wird man je zwei der Längsträger so zusammenstellen und kuppeln, dass sie eine Art Sprengwerk auch im horizontalen Sinne bilden. Indem man je zwei derselben sich in der Scheitelmitte *M* berühren und von hier aus nach den beiden Enden hin auf ein gewisses genügendes Maass divergiren lässt, und beide in dieser Stellung durch entsprechende Kuppelungen zusammenhält, erreicht man den beabsichtigten Zweck vollständig und ohne namhaften Materialaufwand zu Verspreizungen. Man erhält zugleich eine breite Basis für je zwei auf diese Art solidarisch miteinander tragende Balken an den Auflagern.

Fig. 9 zeigt die Oberansicht einer Brücke mit also gestellten und gekuppelten Trägerpaaren zu jeder Seite der Fahrbahn. Die vier Einzelträger *AMA* geben hier zwei gekuppelte Paare, deren Spannketten *AA* entweder gleichfalls in der Mitte *M* zusammenlaufend oder von Wurzel zu Wurzel parallel laufend angeordnet werden können.

Indem bei solcher Anordnung das Sprengwerk in Bezug auf Materialbedarf nicht in Nachtheil gegen das Hängwerk geräth, und im Uebrigen, was Princip, Berechnung und Tragfähigkeit betrifft, beide Systeme auf gleicher Stufe der Ausbildung und Vorzüglichkeit stehen, so werden nunmehr die Local- und Terrainverhältnisse des Baues zu entscheiden haben, welches von beiden Systemen, ob Sprengwerk oder Hängwerk, ob Stützlinie oder Kettenlinie, ausgeführt werden soll.

Es wird mir zur Befriedigung gereichen, wenn die Fachgenossen meinen hier mitgetheilten Brückenconstructions ihre Aufmerksamkeit schenken und dieselben einer unbefangenen und gründlichen Prüfung unterziehen.

## Beschreibung einer verbesserten Construction der Feuerwechsel.

Von J. Arnberger, Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 25.)

Diese verbesserte Construction eines Feuerwechsels ist auf Blatt Nr. 25 in fünf Figuren dargestellt.

Fig. 1 ist der Durchschnitt des Feuerwechsels, wobei zur Versinnlichung der Handhabung und der Manipulation bei Füllung der Wasserfässer der Drehschlüssel aufgesteckt erscheint, und die Verbindung der Schläuche mit dem Aufsteigrohr eines Spritzenschlauches gezeichnet ist.

Fig. 2 ist von dieser Construction zur Hälfte Grundriss und zur Hälfte Daraufsicht.

Die Figuren 3, 4, 5, 6 sind einige Details der Construction.

Aus Fig. 1 ist der Querschnitt des Hauptrohres *A* ersichtlich, welches in diesem Punkte zum Behufe des Feuerwechsels eine dreizöllige von *A* bis *B*, *C* und *D* horizontal gehende sodann in einer Krümmung von *D* nach *E* fortgesetzte und von da bis nahe zum Strassenhorizonte nach *F* aufsteigende Abzweigung erhält. Durch dieses Rohr wird der Zufluss des Wassers zur Füllung der Wasserfässer vermittelt.

Zur beliebigen Sperrung und Eröffnung dieses Zuflusses dient der eingesetzte Metallwechsel *BC* aus einer gewöhnlichen in einer Hülse befindlichen Pippe bestehend.

Die Drehung dieses Wechsels wird vom Strassenhorizonte aus mit dem Aufsatzschlüssel *G* bewerkstelliget, welcher auf die von dem Wechsel heraufreichende Stange *H* aufgesteckt wird.

Der Wechsel mit der Stange befindet sich in dem Schachte *IK*, welcher 1 Fuss innere Lichte besitzt, und daher so compendiös wie möglich ist. Dieser Schacht wird mit der Guss-eisenplatte *LM* überdeckt, worauf eine gusseiserne Kapsel gelagert ist, in welcher die obgenannte Drehstange *H* endigt. Diese Kapsel besitzt an der Oberfläche die Grösse eines Pflasterwürfels und wird durch einen kleinen scheibenförmigen Deckel verschlossen.

Das Aufsteigrohr *EF* endigt in einer zweiten solchen Kapsel *O* von etwas grösseren Dimensionen und ersteres ist zur grösseren Stabilität in einen 18zölligen Pfeiler eingemauert.

In Fig. 1 ist ferner noch ein zweizölliges Abzugsrohr ersichtlich, durch welches das in dem Steigrohre *CDEF* nach Schliessung des Wechsels *B* zurückbleibende und durch die feine Wechselbohrung *T* nach dem Schachte abfliessende Wasser in den nächsten Unrathscanal abgeleitet wird.

Im Grundrisse Fig. 2 erscheinen die beiden Kasteln *N* und *O* im geöffneten Zustande, wobei die scheibenförmigen Deckel *n* und *o* gedreht sind, und zum Theile auf dem Pflaster liegen.

Ferner ist noch der Deckel *U*, welcher in dem Kasten *O*, Fig. 1, die Mündung des Steigrohres überdeckt, herausgehoben und bei Seite gelegt.

In Fig. 6 ist diese Sperrkapsel perspectivisch und zwar im geschlossenen Zustande dargestellt.

Fig. 5 ist ein kupfernes dreizölliges Rohr mit zwei Aus-  
 ästungen *V* und *W*. Die drei Mündungen *V*, *W* und *X* der-

selben sind mit metallenen Gewinden versehen, welche durch aufgeschraubte messingene Hülzen vor Beschädigungen geschützt werden. Dieses kupferne Aufsatzrohr wird bei dem Gebrauche des Feuerwechsels in das Steigrohr bei *F* Fig. 1, eingeschraubt und bildet sofort eine über den Strassenhorizont herausragende Verlängerung des genannten Rohres.

An die zwei Ausüstungen *V* und *W*, Fig. 1, können sodann zwei Schläuche aufgeschraubt werden, wodurch die gleichzeitige Füllung zweier Wasserrässer ermöglicht ist.

Dieses zweiästige Aufsatzrohr ist auch dann anwendbar, wenn die Füllung eines einzelnen Fasses vor sich gehen soll; denn in diesem Falle darf nur der eine Ast mit der Messinghülse geschlossen werden.

In Fig. 3 ist der Aufsatzschlüssel einzeln dargestellt.

Zur schnellen Auffindung der Sperrkasteln, wenn solche wegen allfälliger Verunreinigung der Strasse durch Koth oder Schnee nicht leicht sichtbar sind, dient eine Anzeigetafel, welche an der nächsten Hausfäçade befestigt wird. Auf derselben wird die senkrechte Entfernung des Kastels angegeben.

Die Manipulation bei dem Gebrauche des verbesserten Feuerwechsels besteht in Folgendem:

Mit dem einen Ende *g* wird in die Oeffnung *h*, Fig. 6, der Sperrkasteln *N* und *O* eingegriffen, die scheibenförmigen Deckel aus den Versenkungen gehoben und auf die Seite geschoben, wonach sie in die Fig. 2 gezeichneten Lagen *n* und *o* kommen.

Hierauf wird aus dem Kastel *O* der Deckel *U* herausgehoben und bei Seite gelegt, das mit den Löschgeräthschaften mitgeführte Aufsatzrohr Fig. 5 von der Hülse *X* befreit und in das Steigrohr bei *F* eingeschraubt.

Je nachdem nun zwei oder ein Schlauch bei Füllung der Wasserrässer wirksam sein sollen, werden beide oder nur eine der Metallhülzen *V* und *W* abgenommen und zwei Schläuche oder einer (*Y* und *Z*) angeschraubt.

Sodann wird der Zufluss des Wassers geöffnet, indem der Schlüssel *G* aufgesteckt und der Wechsel gedreht wird.

Nach dem Gebrauche werden Schlüssel und Aufsatzrohr wieder abgenommen und die Sperrkasteln geschlossen.

Vergleichung der üblichen Construction der Feuerwechsel mit der proponirten verbesserten. — Bei den Feuerwechseln der üblichen Construction ist ein vollständiges Wechselkastel erforderlich, welches, wie bei Anzapfungen der Fall ist, mit zwei hölzernen Deckeln versehen ist.

Dem bedeutenden Kostenaufwande eines solchen Wechselkastels und der Holzdeckel, welche letztere eine Verunstaltung der Strassen sind und eine nur sehr geringe Dauerhaftigkeit besitzen, ist in der angeregten Construction vorzüglich dadurch begegnet, dass statt jenes geräumigen und kostspieligen Schachtes ein solcher von sehr geringen Dimensionen, nämlich ein Fuss ins Gevierte, zu errichten kommt; die erwähnten Holzdeckel ganz vermieden sind und statt deren der Schacht mit einer gusseisernen Platte überdeckt wird, welche das Sperrkastel trägt; somit nicht nur hiedurch die Kosten vermindert, sondern auch eine dauernde Solidität der Schachtüberdeckung erzielt wird. Hiezu kommt noch der Umstand, dass das Eröffnen der Holzdeckel im Winter bei star-

kem Froste zeitraubend ist und nur mit Gewalt geschehen kann, wobei Beschädigungen eintreten, welche kostspielige Reparaturen und Erneuerungen verursachen. Das Oeffnen der proponirten gusseisernen Deckel dagegen kann ohne Schwierigkeit erfolgen, wenn im Falle des Einfrierens dieselben mit einer geringen Quantität warmen Wassers aufgethaut werden und selbst wenn solches mangeln sollte, ist eine Beschädigung nicht von Belange, da die Neubeischaffung eines solchen Deckels einen nur geringen Betrag erfordert.

Eine fernere Abweichung der Construction von der üblichen besteht in der Cassirung des Feuerwechselständers, welcher das Steigrohr mit dem Gewinde für die Befestigung des Schlauches enthält.

Statt dieser Einrichtung wird das Steigrohr in ein im Strassenhorizonte versenktes Sperrkastel geführt und bei dem Gebrauche wird, wie in der vorhergehenden Erörterung der Handhabung bemerkt, ein Aufsatzrohr aufgeschraubt, an welches die Schläuche befestigt werden.

Der hierdurch erreichte Zweck ist einerseits der, dass der Etablierung eines Feuerwechsels an jedem beliebigen Punkte in Bezug der Passage kein Hinderniss entgegensteht, wie dies je nach den Localverhältnissen bei Aufstellung der üblichen Feuerwechselständers vorkommen kann. Jener Ständer muss je nach den Localverhältnissen in grössere oder geringere Entfernung vom Hauptwasserleitungsrohre gestellt werden, wodurch in manchen Fällen lange Abzweigungen erforderlich werden und so ein Kostenaufwand erwächst, der bei Anwendung des Sperrkastels der neuen Construction, welches mit dem Strassenhorizonte eben ist, wo also eine Passagebeirrung nicht vorkommen kann, unter allen Umständen vermieden wird.

Besagte Entfernung des Ständers der üblichen Feuerwechsel vom Sperrkastel, d. i. dem Punkte wo die Drehung des Wechsels vor sich geht, erfordert zur Manipulation beim Füllen der Wasserrässer stets das Zusammenwirken zweier Individuen; bei dem proponirten Wechsel dagegen beträgt jene Entfernung nur drei Fuss und es kann sofort das Oeffnen und Schliessen des Wechsels und die Manipulation beim Schlauche von einem einzigen Individuum besorgt werden.

Ueberdiess aber bietet die Construction des Aufsatzrohres den besonderen Vortheil, dass durch die doppelte Ausüstung desselben die gleichzeitige Füllung zweier Wasserrässer ermöglicht ist.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass durch die neue Construction bedeutende Vortheile im öffentlichen und öconomischen Interesse erzielt werden.

Wird bei einem der bestehenden Feuerwechsel eine Reparatur erforderlich, so ist selbst der Raum der dabei angewendeten grossen Wechselkastel zur Reparatursvornahme zu enge, und daher muss das Mauerwerk zu diesem Behufe so gut wie in gleichem Falle bei dem proportionirten compendiösen Schachte zerstört werden.

Endlich muss bemerkt werden, dass bei dem Gebrauche des neuen Feuerwechsels Schläuche und Aufsatzschlüssel wie bei dem bestehenden Wechsel verwendet werden können.

## Versuche,

welche die englische Admiralität über die Anwendbarkeit des Wasserglases als Schutzmittel gegen die Verbrennung des Holzes anstellen liess.

Auf dem Schiffswerft von Portsmouth wurde im vorigen Jahre auf Anregung des Hrn. Abel, Chemiker des Kriegsdépartements, und des Hrn. Hay, Chemiker der Admiralität, eine Reihe von Versuchen in Gegenwart einer Commission der Admiralität angestellt, um die Wirksamkeit des Wasserglases als Schutzmittel gegen die Verbrennung des Holzes zu erproben. Wir entnehmen dem „Mechanics' Magazine“ vom 19. Dec. 1857, Nr. 1793, folgenden Auszug des darüber erstatteten amtlichen Berichts.

„Verschiedene Proben trockenen Holzes wurden mit Natronwasserglas dadurch präparirt, dass man sie einige Stunden lang in eine schwache Auflösung desselben einlegte. Bei Untersuchung dieser Proben, nachdem sie aus dem Bade genommen und dann getrocknet worden waren, ergab sich, dass das Silicat beiläufig einen Viertelszoll tief auf allen Seiten eingedrungen war.

Als man solches Holz, gleichzeitig mit Stücken von nicht präparirtem, über einem Feuer aufschichtete, überzeugte man sich, dass das Wasserglas ein sehr wirksames Schutzmittel ist.

Einige Holzproben wurden dann mit einer mässig starken Auflösung von Natronwasserglas bloss angestrichen und hernach, zugleich mit nicht präparirtem Holz, in Steinkohlentheeröl gelegt, von welchem auch etwas über die Oberflächen des Holzes geschüttet wurde. Nach dem Anzünden des Theeröls war das Holz sofort von Flammen umgeben, welche die unpräparirten Stücke bald entzündeten, während die mit dem Wasserglas überzogenen erst nach einiger Zeit am Rande sich entzündeten und durch die Hitze gedörst oder geröstet wurden, aber nicht verbrannten.

Um einen Versuch in grösserem Maassstabe anzustellen, wurde ein Theil einer Hütte innen und aussen dreimal mit einer Auflösung von Natronwasserglas angestrichen; diess konnte aber, da die Hütte eine doppelte Breterwand hatte, nur auf einer Seite der Breter geschehen.

Dennoch stellte sich der Werth dieses Mittels über allen Zweifel heraus. Ein grosser Haufen Hobelspäne wurde im Innern der Hütte zunächst der angestrichenen Seite der Wand angezündet. Die Flammen spielten mehrere Minuten lang heftig auf letztere, entzündeten aber nur einen Rand eines Bretes, welcher Theil aber auch nicht in Flamme ausbrach, sondern nur kurze Zeit rauchte. Durch die Hitze des Feuers wurde das Salz auf die Oberfläche des Holzes gezogen und schmolz daselbst zu einer Glasur auf demselben. Späterhin, wo das ganze Gebäude vom Feuer zerstört wurde (nachdem man dasselbe durch den Philipps'schen „Annihilator“ vergebens zu löschen versucht hatte), waren die Flammen so heftig, dass wenige Materialien ihnen hätten widerstehen können; dennoch blieben von dem äussern bestrichenen Theil des Holzes mehrere Breter übrig. Bei näherer Untersuchung dieser letzteren fand man die ungeschützten Oberflächen, welche dem Feuer unmittelbar ausgesetzt gewesen waren, ganz verkohlt; diese Verkohlungen erstreckte sich aber nur bis an den

Punkt, wohin das Wasserglas von der andern Seite des Bretes gedrungen war.

Dieser Versuch bewies offenbar, dass das Wasserglas ein sehr schätzbares Schutzmittel ist, und dass schon ein blosser Anstrich damit das Holz beträchtliche Zeit gegen das Feuer schützt und die Verbreitung eines Brandes sehr verzögert.

Bald nach diesen Versuchen kam man auf den Gedanken, dass der Wasserglasüberzug, in Verbindung mit einem gewöhnlichen Kalkanstrich angewandt, nicht nur der Feuchtigkeit besser widerstehen, sondern auch ein noch wirksameres Schutzmittel abgeben und überdiess dadurch wohlfeiler zu stehen kommen dürfte.

Es wurden einige Breter in folgender Weise präparirt: zuerst wurde eine verdünnte Auflösung von Natronwasserglas mittelst eines Pinsels aufgetragen; nachdem dieselbe ganz in das Holz eingedrungen und getrocknet war, wurde eine dicke Kalktünche (bereitet durch Löschen von Kalk und Anrühren desselben mit Wasser zur Consistenz des dicken Rahms) aufgetragen; zuletzt, nachdem die Breter 2—3 Stunden der Luft ausgesetzt gewesen waren, wurden sie mit einer zweiten Auflösung von Wasserglas, welche etwas stärker als die erste war, angestrichen.

Die mit dem so präparirten Holz angestellten Versuche ergaben, dass sein Ueberzug der Einwirkung der Hitze ganz vorzüglichem Widerstand leistet, dass die stark erhitzte Oberfläche des Holzes sich gar nicht abschält und in hohem Grade gegen den Einfluss der auf sie spielenden Flamme geschützt bleibt. Die Dauerhaftigkeit dieses Ueberzuges wurde dadurch geprüft, dass präparirte Holzoberflächen einem continuirlichen Wasserstrom und starken Regengüssen lange Zeit ausgesetzt wurden. Der Regen hatte keine Wirkung auf den Ueberzug; bei der andern, strengern Probe wurde erst nach einiger Zeit das Material in gewissem Grade weggespült, da wo der Wasserstrahl zuerst auf das Holz aufiel.

Die Festigkeit dieses Ueberzuges prüfte man dadurch, dass starke Schläge auf die Oberfläche des Holzes geführt wurden. Der Ueberzug wurde aber nur an einer oder zwei Stellen beschädigt, wo der Kalk etwas zu dick aufgetragen worden war.“

Versuche, welche in Chatham angestellt wurden. — Auf Veranlassung des Kriegsministers Lord Panmure wurden noch Versuche in Chatham unter Leitung des Obersten Sandham mit diesem Verfahren angestellt, um insbesondere seinen Werth zum Schutze der Feldhütten (Barraken) zu erproben.

„Es ist natürlich unmöglich,“ heisst es in dem darüber erstatteten Bericht, „das Holz durch irgend welche Substanzen, selbst wenn es ganz von denselben durchdrungen wird, unverbrennlich zu machen. Durch solche Schutzmittel kann nur erreicht werden:

1. dass die Holzsubstanz in hohem Grade gegen die Wirkung des nahen Feuers oder der aus dem stark erhitzten Holz austretenden und an dessen Oberfläche verbrennenden Dämpfe geschützt wird, und

2. dass das Holz in hohem Grade der Eigenschaft beraubt wird, das Feuer fortzupflanzen, so dass eine andauernde Einwirkung von Wärme oder Feuer aus einer andern Quelle

(z. B. ein stark erhitzter Ofen oder unbeschütztes Holz) erforderlich ist, um es vollkommen zum Brennen zu bringen.

Das Natronwasserglas, welches sich zu diesem Zwecke sehr gut eignet, ist zu sehr billigem Preise anzuschaffen und die Anwendung desselben so einfach, dass sie von gewöhnlichen Arbeitern bewerkstelliget werden kann.

Bei Herstellung neuer Baraken ist es am besten, das dazu bestimmte Holz vorher ganz mit Wasserglas zu präpariren, damit sie dem Feuer, von welcher Seite es an sie gelangen mag, starken Widerstand leisten.

Aber auch in schon errichteten Feldhütten ist es sehr rathsam, die der Hitze oder dem Feuer ausgesetzten Stellen (in der Nähe der Oefen) durch diesen Ueberzug zu schützen, nachdem man vorher jede andere Bedeckung des Holzes (Anstrich oder Papier) beseitigt hat. Mit einem Pfund Natronwasserglas, welches in Wasser vollkommen auflöslich ist, kann man eine Holzoberfläche von 10 Quadratfuss präpariren.“

Anleitung zum Ueberziehen des Bauholzes mit Natronwasserglas und Kalk. — Das Natronwasserglas wird als dicker Syrup vorrätig gehalten. Der Kalkanstrich wird bereitet, indem man guten fetten Kalk mit Wasser gehörig löscht und ihn dann mit Wasser zur Consistenz eines dicken Rahms verdünnt.

Das Holz wird zuerst mit einer verdünnten Auflösung des Wasserglases, sodann mit der Kalktünche und zuletzt mit einer etwas stärkern Wasserglasauflösung angestrichen. Das Holz soll ziemlich glatt sein und jeder Ueberzug desselben (wie Papier, ein Anstrich oder sonst eine Substanz) muss vorher durch Hobeln etc. gänzlich entfernt werden.

Die Auflösung des Silicats wird durch Auflösen von einem Maasstheil des Syrups in drei Maasstheilen Wasser mittelst blossen Umrührens bis zur vollkommenen Vermischung bereitet. Das Holz wird mit dieser Lösung vernittelst eines gewöhnlichen Tünchpinsels durch zwei- bis dreimaliges Ueberfahren angestrichen, so dass es möglichst viel von der Flüssigkeit in sich aufnimmt. Wenn dieser erste Anstrich nahezu trocken ist, so wird das Holz mit der Kalktünche wie gewöhnlich angestrichen. Hierauf wird eine Auflösung von zwei Maasstheilen syrupartigen Wasserglases in drei Maasstheilen Wasser bereitet, und auf den ziemlich aufgetrockneten Kalkanstrich aufgetragen, womit die Präparation des Holzes fertig ist. Sollte der Kalkanstrich etwas zu dick aufgetragen worden sein, so wird die Holzoberfläche nach dem dritten Anstrich, wenn er ganz trocken ist, beim Reiben mit der Hand etwas Kalk abgeben; in diesem Falle muss noch ein Anstrich mit Wasserglaslösung von der zweiten Stärke gegeben werden.

(*Dingler's polyt. Journal 1858. 15. Heft.*)

### Ueber die relative Verdampfungskraft von Messing- und Eisenröhren.

Die guten und üblen Eigenschaften der messingenen und eisernen Siederöhren bei den Kesseln der Locomotive, Schiffsdampfmaschinen, etc. sind durch ihre ausgedehnte Anwendung wohl hinreichend bekannt; da aber doch noch immer eine grosse Verschiedenheit der Meinungen über deren relative

Votheile obwaltet, so veranlasste, dass Mr. G. T o s h Versuche vorzunehmen, um über die relative Verdampfungskraft von messingenen und eisernen Röhren Aufschluss zu erhalten, deren Ergebniss derselbe in einer Versammlung der Institution of Mechanical Engineers bekannt machte.

Man wendet mit Vorliebe Messingröhren bei Locomotiven mit Hochdruck an, weil es weniger schwer hält, sie fest in den Stirnwänden zu befestigen; auch setzen sie weniger Kesselstein ab, wie die eisernen, und es ist wohl bekannt, dass wenn eiserne Röhren einmahl wasserlässig werden, ihre Enden rasch zerstört und somit die Röhren unbrauchbar werden. Indessen gibt es doch in England schon viele Fabriken, welche den eisernen den Vorzug geben, und Ingenieure, die sich selbst wundern, dass man jemals ein anderes Material als Eisen zu diesem Zwecke verwendet habe.

Mr. Tosh bediente sich zu seinem Versuche zweier Röhren von 2" und 6" Durchmesser und 2' Länge, von denen die kleinere concentrisch in die grössere eingesetzt war. Der Raum zwischen beiden Röhren wurde an den Enden derselben durch zwei ringförmige Platten, von welchen die obere mit einer Oeffnung versehen war, geschlossen, und diente zur Aufnahme des Wassers, welches durch eine Gasflamme, die durch die kleine Röhre des vertical gestellten Apparates durchstrich, erhitzt wurde.

Zwei solche Apparate, der eine von Messing der andere von Eisen, aus gleich dicken Platten wurden mit Wasser von gleicher Qualität und Temperatur gefüllt und nacheinander gleich lange der Wirkung der Flamme ausgesetzt; vor jedem Versuche und nach demselben, sobald die Verdampfung aufgehört hatte, wurde die Höhe des Wassers gemessen, und auf diese Weise die Quantität des verdampften Wassers erhoben. Die Versuche wurden sowohl bei Tage als bei Nacht angestellt, zu solchen Stunden, wo man für die Dauer des Versuches der Beständigkeit des Gasdruckes möglichst versichert sein konnte. Acht auf diese Art angestellte und ziemlich gut übereinstimmende Versuche führten zu dem Resultate, dass sich die Verdampfungskraft von Eisen zu der von Messing verhalte wie 100 : 125, d. h. Messing verdampft in derselben Zeit bei gleichem Aufwande von Brennmaterial um 25 pCt. mehr Wasser als Eisen.

Ebenso zeigten weitere Versuche zwischen Kupfer und Messing, dass Kupfer eine höhere Verdampfungskraft besitze wie Messing und zwar nahe im selben Verhältnisse wie Messing zu Eisen, so dass Kupfer bei 56 pCt. Wasser mehr verdampft als Eisen.

Diese bedeutenden von Hrn. Tosh gefundenen Differenzen scheinen jedoch sehr der Bestätigung zu bedürfen, und dürften sich schon zum Theile aus dem bei den Versuchen angewendeten Verfahren erklären lassen. Aehnliche von Peclet angestellte Versuche liessen keine bedeutenden Unterschiede erkennen.

(*The Artizan, Febr. 1858.*)

## Gutachten über verzinktes Eisen.

Gestützt auf eine Reihe vergleichender Versuche ist der Gefertigte in der Lage, über verzinktes Eisen folgendes Gutachten abzugeben:

1. Das verzinkte Eisenblech trotz unter allen Umständen den Einflüssen der Witterung, des Wassers, indifferenten Flüssigkeiten (Branntwein und Oele) weit besser als Schwarzblech und Weissblech oder ein durch Oelanstrich geschütztes Eisenblech.

2. Die atmosphärische oberflächliche Verwitterung oder ein absichtlich gegebener Zinkweissanstrich bekleiden das verzinkte Eisenblech mit einem so dauerhaften Firnis, dass daraus gefertigte Gefässe vielfältigen chemischen Lösungen in Fabriken und Gewerben zu passenden Aufbewahrungsbottichen dienen können.

3. Das verzinkte Eisenblech übertrifft alle üblichen Metalle und Legirungen in der ausgezeichneten Fähigkeit; durch die Dämpfe brennenden oder verflüchtigten Schwefels so gut wie gar nicht angegriffen zu werden. Solchen bei Mineralkohlenfeuerungen etc. unvermeidlichen Dämpfen zu trotzen, ist ausser dem verzinkten Eisen wohl kaum ein anderes, gleich billiges Metallblech im Stande.

Der schützende Zinkweissanstrich, die Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse, wässerige, geistige und ölige indifferente Flüssigkeiten und endlich die Fähigkeit, den Schwefeldämpfen zu widerstehen, machen das verzinkte Eisen zu einem in seiner Art unersetzlichen, vielseitig verwendbarem Materiale der Industrie.

Wien, den 4. Juli 1858.

Der Landesgerichts-Chemiker

V. Kletzinsky m. p.,

k. k. Prüfungscommissär der hohen Finanz-Landesdirection und Professor der Chemie.

## Preisfrage.

(Rittinger-Preis.)

Von einer Gesellschaft österreichischer Bergwerksverwandten ist im vergangenen Jahre auf die beste „theoretisch-practische Abhandlung über den Bau oberflächlicher Wasserräder“ ein Preis von 25 Stück k. k. Ducaten, und zwar in dankbar huldigender Anerkennung der wichtigen Verdienste, welche sich der k. k. Sectionsrath Hr. Peter Rittinger um das gesammte Bergwesen erworben hat, unter der Benennung:

### „Rittinger-Preis“

mit dem Termine bis 1. Mai 1858 ausgeschrieben worden. Nachdem dieser Termin fruchtlos verstrichen ist, wird die Preisfrage wiederholt unter folgenden etwas abgeänderten Bestimmungen ausgeschrieben:

1. Gegenstand der Preisaufgabe ist: Eine theoretisch-practische Abhandlung über den Bau oberflächlicher Wasserräder.

In dieser Abhandlung sollen die neuesten und bewährtesten Resultate der bisherigen Untersuchungen über den Bau oberflächlicher Wasserräder gedrängt, systematisch und gemeinfasslich zusammengestellt werden. Dabei ist vorzugsweise das Bedürfniss des practischen Berg- und Hüttenmannes im Auge zu behalten, ohne aber die Theorie unbeachtet zu lassen; vielmehr soll letztere mit der practischen Anleitung stets Hand in Hand gehen, so dass Nichts ohne vollständige Begründung als Regel aufgestellt werde.

Obwohl mit Rücksicht auf das oben angeführte Bedürfniss der Bau oberflächlicher Wasserräder aus Holz vorwiegend betrachtet werden muss, so dürfen doch auch gemischte, so wie rein eiserne Constructionen aus dieser Abhandlung nicht ausgeschlossen werden. Dieselbe

hat den Bau oberflächlicher Wasserräder für die am meisten vorkommenden Fälle zu umfassen, also für Gefälle von 10—40 Wiener Fuss, und für Wassermengen, welche bei dem kleinsten Gefälle bis 12, bei den grösseren bis 2 Wiener Cubicfuss in der Secunde betragen.

Den erläuternden Zeichnungen sind nur zwei Maassstäbe zu Grunde zu legen, so zwar, dass für übersichtliche Darstellungen der Maassstab von  $\frac{1}{4}$  Wiener Zoll = 1 Fuss, für Detailconstructionen dagegen der Maassstab von 1 Wiener Zoll = 1 Fuss angewendet wird.

2. Der Preis besteht in zweihundert fünfzig Gulden österreichischer Währung.

3. Zur Bewerbung um den Rittinger-Preis werden alle österreichischen oder im Kaiserthum Oesterreich ansässigen Bergwerksverwandten und andere Techniker eingeladen.

4. Der Termin zur Einsendung der um den Preis concurrenden Arbeiten ist auf den ersten October 1859 festgesetzt.

Längstens bis zu diesem Tage hat jeder Preiswerber seine Arbeit versiegelt und von Aussen mit einem beliebigen Wahlspruche oder Wahrzeichen versehen, dann ein ebenfalls versiegeltes Blatt, woran von Aussen der nämliche Wahlspruch oder Wahrzeichen, innen aber die genaue Bezeichnung von Namen, Stand und Wohnort des Preiswerbers enthalten ist, an die Redaction der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen zu Wien (Kohlmarkt Nr. 1149) franco einzusenden, welche sämmtliche einlaufende Arbeiten dem Herrn k. k. Sectionsrath P. Rittinger übergeben werden.

Das bezeichnete versiegelte Blatt wird nur bei jener Arbeit geöffnet, welcher der Preis zuerkannt worden ist; bei allen anderen aber unerschlossen sammt den Arbeiten zur Verfügung der Einsender gestellt werden.

5. Die eingelaufenen Arbeiten werden durch den Herrn k. k. Sectionsrath P. Rittinger im Vereine mit zwei von demselben zu wählenden unbefangenen Sachkundigen geprüft und beurtheilt.

Der Name des mit dem Preise gekrönten Verfassers wird in der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen bekannt gegeben werden.

In dem — obgleich unwahrscheinlichen — Falle, dass keine der eingelaufenen Arbeiten preiswürdig befunden werden sollte, können die Preisrichter eine neuerliche Ausschreibung der genannten Preisfrage veranlassen.

6. Sämmtlichen Preiswerbern bleibt das Eigenthum ihrer eingelaufenen Arbeiten vorbehalten. Dem Verfasser der mit dem Preise gekrönten Arbeit steht es frei, dieselbe innerhalb Jahresfrist in beliebiger Weise zu veröffentlichen; nach Ablauf dieses Jahres geht das Recht, über die Veröffentlichung der Preisarbeit (unbeschadet des Eigenthumsrechtes des Verfassers) zu verfügen, an eine von den Preisrichtern hiezu bestimmte Commission über.

Allenfalls gewünschte weitere Auskünfte hinsichtlich dieser Preis-ausschreibung werden bereitwilligst ertheilt werden von

F. M. Friese,

Ministerialconceipist im k. k. Finanzministerium und Secretär des österreichischen Ingenieurvereins zu Wien.

## Auszug

aus dem Bericht der von dem königl. sardinischen Gouvernement eingesetzten Commission zur Prüfung der von den Ingenieuren Grandis, Grattoni und Sommeiller erfundenen Maschinen zur Anfertigung von Tunneln.

(Aus Erbham's Zeitschrift f. Bauwesen. Heft 3—6, 1858.)

(Schluss.)

Dem Beginne der Arbeiten müssen nothwendigerweise sehr genaue geodätische Operationen vorangehen, um endgültig die genaue Lage der Ausgänge des Tunnels, und die Richtung der Aushöhlungen festzusetzen; diese Operationen lassen sich nicht aufschieben, nicht einmal wenige Monate, ohne den günstigen Zeitpunkt verstreichen zu lassen, und ohne um ein ganzes Jahr den Anfang und daher auch die Vollendung des Unternehmens zu verzögern. Diese geodätischen Operationen werden jene genaue geologische Untersuchung möglich machen, von welcher der berühmte Professor Angelo Sisonda in seinem Briefe die Nothwendigkeit nachgewiesen hat. Durch sie wird sich in bestimmter Weise nicht allein die Natur, sondern auch die Mächtigkeit, die Richtung, die Neigung jeder Schicht bestimmen, so dass man daraus mit der möglichsten Annäherung, welche die Natur der Sache zulässt, den geologischen Querschnitt des Berges nach der Richtung des Tunnels ableiten kann.



Die Ungewissheiten, welche nach diesen Forschungen noch zurückbleiben könnten, werden niemals gehoben werden, so lange man noch raisonnierend dastehen wird, ohne Hand an's Werk zu legen. Je mehr man Bedenken hat, dass das Werk lang und mühevoll ausfallen könne, desto mehr dringlich ist es, jedes Hinderniss aus dem Wege zu räumen; für unbekannte Schwierigkeiten kann man doch kein geeignetes Hilfsmittel vorbereiten, und nur dann kann sich das Wissen und die Ausdauer unserer gewiegten Ingenieure an ihnen versuchen, wenn sie an das Tageslicht gekommen sind. Sie würden wahrscheinlich schon überwunden worden sein, wenn die Bedingungen der Zeit damit übereinstimmten, dass die Ausführung gleichen Schritt halten könne mit der Idee.

Schliesslich alles bisher Gesagte kurz zusammenfassend, erklärt die Commission:

1. dass der hydraulische Compressor der Herren Grandis, Grattoni und Sommeiller in regelmässiger und sicherer Weise wirkt, und das beste bekannte Mittel liefert, die Kraft des Wassergefälles zum Zusammendrücken grosser Volumen Luft unter starkem Druck anzuwenden; dass derselbe einen wirklichen und werthvollen Gewinn der Kunst bildet, welcher Mittel und Anregung für die vaterländische Industrie zu nicht zu verachtenden Fortschritten sein wird;

2. dass der hydraulische Compressor das Mittel bildet, den unterirdischen Arbeiten zum Athmen taugliche Luft und Betriebskraft zu liefern;

3. dass die Versuche über die Bewegung zusammengepresster Luft in langen Leitungen, obgleich nur mit einer Röhre von 389 Meter Länge angestellt, einen sicheren Beweisgrund abgeben, zu glauben, dass, wenn nicht Anwendung von Röhren mit ungewöhnlichem Durchmesser gemacht wird, die zusammengedrückte Luft bis zur Hälfte der Entfernung befördert werden kann, welche die beiden Mündungen des Tunnels trennt, indem sie dennoch einen Druck behält, genügend zu ihrer Anwendung als Betriebskraft;

4. dass die Menge des Wassers und das Gefälle desselben, welche in den beiden Thälern dell' Arco und von Bardonnèche zu Gebote stehen, genügend sind, um der Anzahl der Compressoren Bewegung zu erteilen, welche nothwendig ist zur Ventilation der Arbeiten, auch wenn dieselben mit der grössten Schnelligkeit betrieben werden, und dass somit das grösste Hinderniss gehoben ist, welches sich dem Gelingen des Werkes hätte entgegenstellen können;

5. dass die mechanischen Bohrer von der zusammengepressten Luft bewegt werden können; dass das Bohren der Sprenglöcher mit ihnen wenigstens zehn bis zwölfmal schneller gemacht werden kann, als mit Handarbeit, dass unter Verringerung der Grösse und des Gewichts sie in wirksamer Weise zum Aushöhlen von Tunneln angewendet werden können;

6. dass die Anwendung der mechanischen Bohrer beträchtlich die Dauer der Arbeiten am Richtstollen abkürzen wird und um so mehr im Vergleich zur Handarbeit, je fester die Felsschichten sein werden;

7. dass die Commission nicht im Stande ist, gehörige Grundlagen für Verträge anzugeben, welche sich auf die Ausführung eines von Natur ausserordentlichen Werkes beziehen, dass mit ebenfalls ausserordentlichen oder wenigstens in der That neuen Mitteln auszuführen ist; dass das Werk daher nothwendigerweise auf Rechnung angefangen werden muss; dass die Erfahrung, welche man erlangen wird, indem man noch einige Zeit hindurch die Arbeiten ausführt, das nöthige Licht darüber geben wird, um zu erfahren, ob es zuträglich sei, die weitere Ausführung in Entreprise zu geben, und zu welchen Bedingungen;

8. dass, je langsamer man glaubt, dass die Ausführung des Werkes von statten gehen werde, es desto wichtiger ist, emsig Hand an die Operationen zu legen, welche demselben vorangehen müssen, und dass, während man den Tunnel mit den gewöhnlichen Mitteln anfangen wird, die Probeversuche vollendet und die Ausrüstung der Maschinen fertiggestellt werden kann, welche nöthig sind zu einem Weitervorschreiten mit grösserer Schnelligkeit.

#### Ergänzungs-Bericht

über die Bohrmaschine, verbessert von den Herren Grandis, Grattoni und Sommeiller.

Der vorstehende Bericht sollte eben dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten zugestellt werden, als die Commission auf die Benachrichtigung, dass die neue vorgeschlagene Bohrmaschine der Herren Grandis, Grattoni und Sommeiller mit Erfolg in Thätigkeit gesetzt worden sei, beschloss, sich noch einmal nach Genua zu begeben; sie that dies am Abend des 1. Mai d. J., um sie zu prüfen und Versuche mit

ihr anzustellen, die sie in den Stand setzten, über dieselbe berichten zu können, wie sie sich zu thun vorbehalten hatte; sie erfüllte ohne Aufschub die Pflicht.

Fünf Hauptunterschiede bestehen dem Erachten der Commission gemäss zwischen dieser Bohrmaschine und der des Herrn Bartlett, nämlich:

1. Die neue Maschine hat nur einen einzigen Cylinder. Indem derjenige Cylinder fortgelassen ist, welchen wir mit dem Namen „pneumatischer Cylinder“ bezeichnet haben, lassen die Herren Grattoni etc., um die Heftigkeit der Erschütterungen zu beseitigen, den einzigen Kolben ihrer Maschine (welcher zugleich Bewegungskolben und meisseltragender ist) zwischen zwei Luftmassen hin und hergehen, welche in passender Weise von den Behältern nach den beiden Theilen des Cylinders, vorn und hinten befördert werden.

Die von ihnen angewendete Einrichtung ist dieselbe, welche man bei den Regulatoren der Wassersäulenmaschinen beobachtet, und besteht darin, dass abwechselnd der hintere Druck den vorderen und dieser jenen überwiegt. Sie können so alle plötzlichen Stösse vermeiden; ohne irgend einen Theil der Betriebskraft vergeblich anzuwenden.

2. Die Vertheilung der bewegenden Luft ist durch einen vom Bewegungskolben unabhängigen Mechanismus regulirt, welcher unmittelbar von zwei kleinen Hilfszylindern in Bewegung gesetzt wird, und diese werden nach der Absicht der Erfinder noch auf einen zurückgeführt werden.

3. Der Durchmesser des Kolbens und seiner Stange sind in Uebereinstimmung mit dem Druck der bewegenden Luft festgestellt worden, daher wird der Cylinder ansehnlich kleiner als bei der Maschine Bartlett's; es ist übrigens klar, dass diese Veränderung sich auch bei dieser würde anbringen lassen. Auch der Durchmesser des Schwungrades ist um Vieles vermindert worden.

4. Nach und nach, je nachdem der Meissel weiter in die Masse hineindringt, ist es nöthig, die Maschinen entsprechend vorrücken zu lassen. Bei der des Herrn Bartlett ist dies Vorrücken gleichförmig und kann nur mit Hilfe eines Menschen geändert werden durch Führung eines Hebels; die neue Bohrmaschine dagegen ist so angeordnet, dass das Vorrücken sich selbstthätig regulirt, so nämlich, dass durch die Wirkung der Maschine selbst sie langsam oder schnell vorrückt, je nachdem sie auf einen mehr oder weniger harten Felsen wirkt. Bei der von uns geprüften Maschine indessen war das Vorrücken, welches für die mehr widerstehenden Steinarten (Sienit und Kalk) gut regulirt war, nicht hinreichend für die weniger harten (Gyps und Sandstein); es wurde daher nöthig, dasselbe theilweise mit der Hand zu ergänzen, indessen wird die Verbesserung dieses kleinen Mangels keiner Schwierigkeit unterworfen sein.

Das selbstthätige Vorrücken der Maschine, ausser dass es den Gang der Arbeit regelmässiger macht, wie man bald sehen wird, überhebt auch der Nothwendigkeit, für jede Maschine einen Menschen anzustellen, welcher das Vorrücken derselben regelt. Wenn mehrere Maschinen, eine neben der anderen arbeiten, so kann ein Maschinist sie alle regieren; einige bei der Vertheilung anzubringende Modificationen werden diese Beherrschung leichter machen.

5. Endlich kann die Maschine, leichter als die des Herrn Bartlett zur Rechten und zur Linken, nach oben und nach unten geneigt werden in der Art, dass man in den Felsen in der für den guten Erfolg der Minen günstigen Richtung bohrt.

Die von den Herren Proponenten an der Bohrmaschine gemachten Abänderungen haben beträchtlich das Volumen und ein wenig auch das Gewicht verringert. Die ganze Maschine kann man in zwei Theile zerlegen: den einen, welcher den ganzen Mechanismus enthält, und welcher, wie wir gesagt haben, vorrückt, während das Loch sich vertieft; den anderen feststehenden, welcher gleichsam die Grundlage des ersten bildet, oder besser gesagt, die Eisenbahn, auf der sich jener bewegt. Den beweglichen Theil kann man ganz umschreiben mit einem Parallelepipedum von 2,10 Meter Länge, 0,23 Meter Breite und 0,40 Meter Höhe, mit einem Gewicht von 202 Kilogr., welches sich auf 150 verringern wird, wenn sie von vielen Theilen befreit sein wird, welche durch allmälige Verbesserungen dem von uns geprüften Exemplar zugefügt worden sind, die in der endgültigen Construction der Maschine nicht bestehen bleiben werden. Der untere Theil ist fest, wiegt ungefähr 140 Kilogr., und kann auch ein wenig leichter gemacht werden; er ist lang 2,83 Meter, breit



0,20 Meter, hoch ungefähr 0,10 Meter, so dass die ganze Maschine in einem Raum Platz findet von 2,83 Meter Länge, 0,23 Meter Breite und 0,50 Meter Höhe, wenn nicht diese letztere Dimension um 0,25 Meter wachsen wird durch einige Nebentheile, welche erforderlich sind, um die Maschine auf dem in dem Bericht angegebenen grossen Wagen zu befestigen, welcher bestimmt ist, alle Maschinen zu tragen, die zusammen an einer Angriffsseite wirksam sein sollen. Bei solchen Dimensionen nimmt man wahr, dass in einem Richtstollen von 2,5 Meter im Quadrat wirklich dergleichen aufgestellt werden können. Wie viel, wie sie angeordnet, welches die geeignetsten Mechanismen, um die Handhabung leichter und die Arbeit schneller zu machen, das sind Sachen, die man späteren Studien überlassen muss, und über welche, wann es auch sei, die sicheren Rathschläge der Erfahrung nicht fehlen werden.

Bei den von der Commission angestellten Versuchen hat die neue Bohrmaschine regelmässig gearbeitet; wenn sie einiges zu wünschen übrig lässt, so wird Niemand sich wundern, wenn diese Maschine bei der ersten Anfertigung nicht gleich vollkommen aus der Hand der Erfinder hervorgegangen ist; sie haben allmählig viele Verbesserungen an derselben angebracht, und schon bereits solche Modificationen angegeben, dass sie beabsichtigen, eine zweite darnach zu bauen.

Aus der Tabelle unter den Anmerkungen D. kann man die numerischen Resultate unserer Versuche ansehen, welche sich, wie folgt, zusammenfassen lassen:

Zahl der Schläge pro Minute 271,

Verbrauch an zusammengedrückter Luft pro Minute 216 Liter,

Tiefe des Bohrloches in einer Minute in

Sienit . . . . .	0,0225 Meter
Kalk . . . . .	0,0790 „
Sandstein . . . . .	0,1317 „
Gyps . . . . .	0,2360 „

Diese Steinarten sind eben dieselben, an denen die Bohrmaschine des Herrn Bartlett versucht worden ist.

Wenn man die Resultate der einzelnen Versuche prüft, so wird man finden,

1. dass die bei fünf mit Kalkstein angestellten Versuchen erhaltenen Tiefen vollkommen übereinstimmend sind und 0,079 Meter pro Minute betragen, während sie bei der Maschine von Bartlett zwischen 0,078 Meter und 0,028 Meter schwanken. Diese Verschiedenheiten haben zwei Ursachen, erstens die Ungleichartigkeit des Steins, der hin und wieder von Quarzadern durchzogen war, zweitens, dass die Maschine mit der Hand und deshalb in einer nicht immer hinreichend regelmässigen Weise vorgerückt werden musste.

2. Dass die Proben mit dem Sienit nicht viel voneinander abweichende Resultate ergeben, und dass sie noch gleichförmiger gewesen sein würden, wenn die Masse unter den Schlägen des Meissels hätte fortwährend gut festgehalten werden können; dass aber nicht dasselbe stattfand beim Sandstein, bei welchem in zwei Versuchen die Tiefen für dieselbe Zeit im Verhältniss von 1:2 voneinander abwichen, eine Verschiedenheit, welche allein dadurch veranlasst wurde, dass man bei diesen Versuchen gezwungen war, das Vorrücken der Maschine mit der Hand zu reguliren.

3. Dass in Sienit, im Sandstein und im Gyps die mit der neuen Maschine erhaltenen Löcher in derselben Zeit ein wenig geringer waren, als mit der Maschine des Herrn Bartlett, dass das mittlere Verhältniss der Tiefen für alle Steinarten (wenn für den Kalk bezüglich der Maschine des Herrn Bartlett die Zahl 0,049 Meter angenommen wird) sein würde wie 96:100, wenn aber für den Kalk bei der Maschine des Herrn Bartlett dieselbe Zahl 0,079 wie bei der anderen Maschine angenommen wird, das mittlere Verhältniss der Tiefen etwa 4:5 sein würde.

4. Dass die in einer Minute und die für 100 Schläge aufgewendete Menge Luft beträchtlich geringer ist bei der neuen Maschine als bei der anderen, und zwar nahezu in dem Verhältniss von 4:7.

5. Dass folglich auch unter der ungünstigsten Voraussetzung die von den beiden Maschinen mit derselben Menge zusammengedrückter Luft geleisteten Arbeiten unter sich in dem Verhältniss von 7:5 zu Gunsten der neuen Maschinen stehen. Der Nutzeffect dieser letzteren wird noch merklich zunehmen können, da bei dem von uns geprüften Exemplar viele Entweichung von Luft stattfand, von Unvollkommenheiten herrührend, welche leicht beim Bau von anderen ähnlichen Maschinen zu vermeiden sein werden.

#### Schlussfolgerungen:

„Die Bohrmaschine, vorgeschlagen von den Herren Grandis, Grattoni und Sommeiller, ist geeignet zum Bohren von Felsen mittelst der Kraft der zusammengedrückten Luft.“

„Dieselbe Maschine ist bei ihrem kleinen Rauminhalt fähig, bei dem Vortreiben des kleinen Richtstollens angewendet zu werden, in welchem mehrere derartige Maschinen gleichzeitig auf die Angriffsseite wirken können.“

„Das von der Commission geprüfte Modell bohrt den Felsen ein wenig geringer schnell, als die Maschine von Bartlett, aber mit beträchtlicher Ersparung von Betriebskraft.“

„Die Prüfung der Maschine der Herren Grandis, Grattoni und Sommeiller und die mit derselben ausgeführten Versuche befestigen die Commission in allen Schlüssen ihres ersten Berichtes, und steigern ihr Vertrauen auf das Gelingen der vorgeschlagenen Mittel.“

Turin, den 5. Mai 1857.

gez. Des Ambrois. Giulio (Berichterstatte).  
L. F. Menabrea. D. Ruva. L. Sella.

#### Anmerkungen A.

##### Versuche mit dem hydraulischen Compressor.

Um die von der Maschine bei jedem Schläge zusammengedrückte Luftmenge und die entsprechende Arbeitskraft zu bestimmen, verfuhr man folgendermassen: Indem man auf der äusseren Oberfläche der Behälter für die zusammengedrückte Luft (welche die Form zweier cylindrischer Dampfkessel haben, unter sich in Verbindung und einer neben dem anderen stehen) eine horizontale Ebene beschrieb, welche durch die Axe dieser Behälter gelegt war, und diese gedachte Ebene verlängerte, bis sie die Anzeigeröhre traf, so nahm man an diesem Schnittpunkt den Nullpunkt der Scala an, mittelst welcher man die Höhe des inneren Wasserspiegels mass. Da man die Abmessungen der Behälter kannte, welche waren:

innerer Halbmesser . . . . . 0,604 Meter,

Länge des cylindrischen Theils 2,840 „

und, indem man sich den Fassungsraum derselben in lauter horizontale Schichten von einem Centimeter Dicke getheilt dachte, so war man im Stande, eine Tabelle aufzustellen, welche unmittelbar den Inhalt jeder Schicht ergab und gestattete, das Volumen zusammengedrückter Luft daraus abzuleiten, welches in die Behälter eingetreten, oder aus denselben entnommen war.

Man mass ferner sorgfältig den Inhalt des horizontalen Querschnitts der Gefässe, aus welchen das Betriebswasser der Maschine herabfloss; hieraus und aus der Senkung des Wasserspiegels in diesen Gefässen entnahm man dann das Volumen des verbrauchten Betriebswassers.

Ein von der Ausflussklappe des Compressors nach dem mittleren Spiegel des Wassers in den Speisegefässen ausgeführtes Nivellement ergab 23,95 Meter als Differenz in der Höhe dieser beiden Punkte; aus dem Product dieser Höhe mit dem Gewicht des verbrauchten Wassers ging die Betriebskraft hervor.

In Bezug auf den Nutzeffect der Maschine, bestehend in der Zusammendrückung einer gewissen Menge Luft bis zu sechs Atmosphären Spannung, und in der Spannung dieser comprimierten Luft in den Reservoirs unter dem Druck einer Wassersäule von circa 51 Meter Höhe, ist die Rechnung folgende:

Die erforderliche Arbeit, um  $m$  Liter atmosphärischer Luft von dem gewöhnlichen Druck auf den von  $m$  Atmosphären zusammen zu pressen, dieselbe also auf das Volumen eines einzigen Liter zurückführend, ist durch die Formel gegeben:

$$10,325 (m \text{ logar. hyperbol. } m - [m - 1]) \text{ Kilogrmt.}$$

Die erforderliche Arbeit, um diesen Liter zusammengedrückter Luft zum Uebergang in ein  $n$  geschlossenen Recipienten zu zwingen, der voll von Wasser ist und in Verbindung steht mit einem Wasserreservoir von einer Höhe gleich  $(m - 1)$  Atmosphären, eine Arbeit, welche identisch mit der Erhebung eines Liter Wasser zur Höhe des Reservoirs ist, wird mithin:

$$10,325 (m - 1),$$

und die Summe beider Arbeiten wird:

$$10,325 m \text{ log. } m.$$

Berechnet man diese beiden Arbeiten besonders, unter der Voraussetzung von  $m = 6$ , so wird:

Arbeit der Zusammendrückung = 59,374 Kilogrmt. r.

Arbeit des Eindringens in die Behälter = 51,625 „

Ganze Arbeit = 110,999 „

oder rund 111 Kilogramm für jede sechs Liter atmosphärischer Luft, zurückgeführt auf einen Liter von sechs Atmosphären Druck. Mit den nämlichen Formeln sind für zahlreiche Versuche die nöthigen Arbeiten für Zusammendrückungen von 2, 3, 4 und 5 Atmosphären berechnet worden.

Hier sind nun im Auszuge die Ergebnisse der mit dem Compressor angestellten Versuche:

Zahl der Schläge.	Volumen zusammengepresster Luft. Liter.	Volumen für jeden Schlag. Liter.
10	795,84	79,58
10	774,09	77,41
15	1148,93	76,59
42	2593,17	61,74
Summa 77	5312,03	72,93 (im Mittel).

Diese vier Beobachtungen sind aufeinanderfolgend gemacht worden, ohne die Maschine aufzuhalten, die erste und letzte Ablesung des Anzeigerohrs, angestellt während das Wasser in den Behältern in Ruhe war, sind sicherer, als die mittleren Ablesungen, bei denen das Wasser eine sehr merkbare Oscillationsbewegung hatte, daher wahrscheinlich der Unterschied des letzteren Ergebnisses von den vorhergehenden, welcher indessen auch davon herkommt, dass der Druck in den Reservoirs vom Anfang gegen das Ende des Versuches hin wächst, je nachdem sich der Wasserspiegel nach und nach in den Reservoirs senkt und im Druckgefäß anwächst.

Als mittleren Satz drückte deshalb die Maschine bei jedem Schlage 438 Liter atmosphärische Luft auf ein sechsmal geringeres Volumen, also auf 73 Liter zusammen.

Die folgende Tafel gibt die Volumen verwendeten Wassers, während die obenbeschriebenen Beobachtungen gemacht wurden:

Zahl der Schläge.	Volumen verwendeten Wassers. Liter.	Volumen bei jedem Schlage. Liter.
9	6076,5	675,16
12	7794,2	649,51
14	9607,3	686,23
Summa 35	23478,0	670,30 (im Mittel).

Stellt man das in den 35 ersten Schlägen erhaltene Volumen zusammengepresster Luft mit dem des gleichzeitig verwendeten Wassers zusammen, so wird man 2682,86 Liter Luft zusammengedrückt von 23478 Liter Wasser finden, weshalb die Zusammendrückung von 6 Liter atmosphärischer Luft in einen Liter, einen Aufwand von 8,751 Liter Wasser verursacht und eine Betriebskraft von 209,59 Kilogramm verbraucht

haben würde. Der Coefficient des Nutzeffects würde also sein =  $\frac{111}{209,59} = 0,53$  pCt ungefähr. Aber auf Grund der Ungewissheit dieser ersten drei Resultate scheint es hier sicherer zu sein, das Mittel aus den vier Beobachtungen, über welches kein Zweifel entstehen kann, und welches 72,93 Liter zusammengedrückter Luft ist, mit der mittleren Wasserverwendung, welche für jeden Schlag sich auf 670,3 Liter stellt, zu vergleichen; das Volumen Wasser für jeden Liter zusammengepresster Luft kommt dann auf 9,191 Liter, die Betriebskraft auf 220,12 Kilogramm und der Nutzeffect auf 0,504.

Wird zu der eben berechneten Betriebskraft diejenige hinzugefügt, welche für die kleine Wassersäulenmaschine zur Regulirung der Klappenbewegung verbraucht wird, welche Arbeit = 349,48 Kilogramm (6,786 Liter von 51,5 Meter Gefälle) für jeden Schlag ist, oder 4,792 Kilogramm für jeden Liter zusammengedrückter Luft, so reducirt sich der Coefficient des Nutzeffects auf 0,495, oder in runder Zahl 0,5.

Ein anderer Versuch ist über die Dauer jedes Schlages und über die entsprechende Menge zusammengedrückter Luft gemacht worden; allein, da nicht gleichzeitig die Menge des Betriebswassers beobachtet worden ist, so kann man daraus keine Bestimmung des Nutzeffects ableiten; wir geben indessen die Resultate desselben:

Dauer von 101 Schlägen = 45 Minuten 30 Sekunden.

Mittlere Dauer eines Schlages = 0 Min. 27 Sekunden.

Zahl der Schläge.	Volumen zusammengepresster Luft. Liter.	Volumen für jeden Schlag. Liter.
25	1612,5	64,50
30	1969,8	65,66
35	2183,9	62,40
10	484,4	48,54

Summa 100 6250,6 62,51 (im Mittel).

Mittelst eines auf der ganzen Länge der Röhre, welche die zusammengedrückte Luft vom Kopf der Compressionssäule nach den Reservoirs führt, angewendeten Thermometers, durch vielfach verdoppeltes Leinwand sorgfältig geschützt gegen den Einfluss der äusseren Luft, ist man dazu gelangt, die Temperatur der zusammengedrückten Luft zu ermitteln; gleichzeitig beobachtete man ein frei im Schatten aufgehängtes Thermometer; die Beobachtungen sind folgende.

	Temperatur der äussern Luft.	Temperatur der Leitungsröhre der zusammengedrückten Luft.
Nach 30 Schlägen	14,5 Grade.	36 Grade.
„ 60 „	14,5 „	44 „
„ 90 „	14,5 „	49 „
„ 100 „	20,5 „	51,5 „

### Anmerkungen C.

Versuche über die Arbeit der Bohrmaschine des Herrn Bartlett.

Natur des Steines.	Dauer des Versuches Sekunden.	Zahl der Schläge pro Minute.	Tiefe des Bohrloches		Volumen zusammengedrückter Luft	
			im Ganzen Meter.	pro Minute Meter.	im Ganzen Liter.	pro Minute Liter.
Sienit . . . . .	103	—	0,056	0,0346	—	—
desgl. . . . .	161	258	0,087	0,0324	959	357
desgl. . . . .	204	276	0,113	0,0332	1311	385
Schieferiger Kalkspath . . . . .	600	—	0,300	0,030	—	—
desgl. . . . .	270	260	0,350	0,078	—	—
desgl. . . . .	330	—	0,380	0,069	2593 <sup>1)</sup>	471,48 <sup>1)</sup>
desgl. . . . .	300	270	0,190	0,038	2683 <sup>1)</sup>	536,40 <sup>1)</sup>
desgl. . . . .	570	—	0,270	0,028	5276 <sup>1)</sup>	398,19 <sup>1)</sup>
desgl. . . . .	225	—	0,195	0,052		
Serpentinschiefer . . . . .	270	—	0,375	0,083	—	—
desgl. . . . .	300	—	0,110	0,082	—	—
desgl. . . . .	240	—	0,210	0,054	—	—
Sandstein . . . . .	155	—	0,450	0,174	—	—
desgl. . . . .	170	—	0,590	0,208	—	—
Gyps . . . . .	127	—	0,580	0,274	—	—
desgl. . . . .	117	—	0,590	0,302	—	—

<sup>1)</sup> Man verliert ersichtlich viel Luft an der Verbindung der Maschine mit der Leitung, und ist auf die in den letzten beiden Spalten bezeichneten Zahlen kein Gewicht zu legen.

## Anmerkungen D.

Versuche über die Arbeit der Bohrmaschine der Herren Sommeiller etc.

Natur des Steines.	Dauer des Versuches Secunden.	Zahl der Schläge		Tiefe des Bohrloches			Volumen zusammengedrückter Luft		
		im Ganzen Meter.	pro Minute Meter.	im Ganzen Meter	pro Minute Meter.	in 100 Schlägen Meter.	im Ganzen Liter.	pro Min. Liter.	in 100 Schlägen Liter.
Sienit . . . . .	180	954	318	0,065	0,0217	0,0068	741	247	114
desgl. . . . .	337	1586	282	0,120	0,0214	0,0076	1777	209	98
desgl. . . . .	270	1048	233	0,110	0,0244	0,0105	1034	230	94
Schiefriker Kalkspath . . . . .	180	—	—	0,235	0,0780	—	—	—	—
desgl. . . . .	138	596	259	0,182	0,0798	0,0305	487	212	82
desgl. . . . .	125	510	245	0,163	0,0788	0,0320	—	—	—
desgl. . . . .	180	770	257	0,210	0,0800	0,0312	590	197	77
desgl. . . . .	270	1160	258	0,355	0,0789	0,0306	884	196	76
Sandstein . . . . .	390	1760	271	0,575	0,0884	0,0326	—	—	—
desgl. . . . .	240	1156	289	0,700	0,1750	0,0605	—	—	—
Gyps . . . . .	150	740	296	0,590	0,2360	0,0800	550	220	74

## Anmerkungen E.

Beobachtungen über die zur Eröffnung der grossen Tunnel erforderlichen kleinen Richtstollen.

Tunnel.	Felsen.	Zahl der Minen.	Für jede Mine.				Für jeden Cubicmeter.			
			Mittlere Tiefe.  Meter.	Arbeits- stunden.	Von einer Mine hervor- gebrach- te Höh- lung. Cub.-M.	Verwen- detes Pulver.  Kilogr.	Zahl der Minen.	Länge der Löcher.  Meter.	Arbeits- tage.	Verwen- detes Pulver.  Kilogr.
Han Francia, Schiffbarmachung der Meuse . . . . .	Dicht, grauer Kalkspath.	64700	0,435	3 11	0,123	0,150	8,02	3,49	2,573	1,20 <sup>1)</sup>
Revin, desgl. . . . .	Blätt.Kalksp.	34778	0,41	3 15	0,067	0,159	14,82	6,08	4,809	2,35 <sup>1)</sup>
Medie . . . . .	—	99478	0,43	3 11	0,095	0,154	11,42	4,78	3,691	1,77 <sup>1)</sup>
Villavecchia . . . . .	Mergel-Kalk.	50542	0,46	2 24	0,27	0,14	3,57	1,64	1,074	0,50 <sup>2)</sup>
Creverina, nördliche Mündung . . . . .	desgl.	42187	0,40	3 24	0,16	0,15	6,22	2,49	2,62	0,83 <sup>2)</sup>
Pieve, südliche Mündung . . . . .	Glimmr.blätt.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Galleria di Servizio di San Benigno . . . . .	Kalkschiefer.	42767	0,39	2 5	0,13	0,16	7,64	2,98	2,02	1,21 <sup>2)</sup>
	Kalkschiefer.	2520	0,75	3 —	0,17	0,14	5,75	4,31	2,16	0,82 <sup>2)</sup>
Verbreiterung des Richtstollens um ihn auf den grossen Querschnitt zu bringen.										
Han (wie oben) . . . . .	Fester Kalk.	48491	0,525	2 22	0,35	0,377	2,85	1,48	0,675	1,083 <sup>3)</sup>
Revin (wie oben) . . . . .	desgl.	55277	—	2 56	0,149	0,147	6,89	2,53	1,91	1,031
Loran Cantal . . . . .	Trachyt.	—	—	—	—	—	2,61	—	0,67	—
	—	0,45	—	—	—	—	3,77	—	1,02	—

Bemerkungen. <sup>1)</sup> Tagearbeit, d. h. Arbeit eines Minirers und Gehülfen, 12 Stunden arbeitend, wovon 2 Stunden Ruhe. Die Stunden beziehen sich auf wirkliche Arbeit. <sup>2)</sup> Tagearbeit von 8 Stunden eines Minirers und Gehülfen. <sup>3)</sup> Desgl. Zeit der Explosion und vorherige unumgängliche Räumung =  $\frac{1}{2}$  der ganzen.

## Literarischer Bericht.

Centrifugal-Ventilatoren und Centrifugal-Pumpen von *P. Rittinger*. Wien 1858.

Der um das berg- und hüttenmännische Maschinenwesen so sehr verdiente Herr Verfasser hat sich eine Aufgabe gestellt, deren Schwierigkeit allgemein anerkannt ist, und deren Lösung schon vielfach angestrebt wurde, bisher jedoch in entsprechender Weise nicht gelungen war: um so mehr Anerkennung verdient die vorliegende Arbeit, die einem rationalen Bau der Ventilatoren Bahn brechen dürfte.

Die Theorie einer Maschine, über deren zweckmässigste durch die Erfahrung bewährte Verhältnisse so entgegengesetzte Ansichten herrschen, wie diess bei den Ventilatoren der Fall ist, wird immer auf grosse Schwierigkeiten stossen; sie kann nicht unmittelbar alle Constructionsverhältnisse angeben, sie kann gleichsam nur den Weg zeigen, auf welchem die vortheilhaftesten Verhältnisse einer Maschine erreicht werden können; denn jede Theorie gestattet die willkürliche Annahme einzelner Factoren, die auf die Grösse und auf die Verhältnisse der Maschine Einfluss haben, und die nur durch

vielfältige von der Theorie unterstützte Erfahrungen so ermittelt werden können, dass der grösste Nutzeffect erzielt wird. Der mit dem von dem Verfasser gebauten Ventilatoren erzielte Nutzeffect ist daher, obgleich gegen die bisher erzielten Resultate sehr günstig, noch nicht als die äusserste Grenze des Erreichbaren anzusehen; es wird zuversichtlich mit Hilfe der vorliegenden Theorie gelingen, Ventilatoren zu bauen, die einen noch besseren Nutzeffect geben.

Der erste Abschnitt der vorliegenden Abhandlung gibt die Grundlehren über das Verhalten der Luft bei Aenderung ihrer Pressung und bei ihrer Bewegung in ruhenden oder rotirenden Canälen. Wenn dieser Abschnitt mit den ersten Grundlehren der Dynamik beginnt, so ist dieses Vorgehen nur zu billigen, da die Dynamik in der Ausbildung, wie sie diese Wissenschaft hauptsächlich französischen Gelehrten verdankt, in Oesterreich noch wenig verbreitet ist. Wenn jedoch der Verfasser (Seite 16) auf den „leider in den meisten Lehrbüchern vorkommenden Ausdruck für die sogenannte gar nicht existirende Momentankraft“ zu sprechen kommt, so dürfte dagegen erwähnt werden, dass unter den neueren Lehrbüchern wohl nur noch ein in Oesterreich sehr verbreitetes Compendium der Mechanik diese Momentankraft kennt \*). Die im weiteren Verlaufe dieses Abschnittes entwickelten Gesetze der Verdichtung und Bewegung der Luft sind ein bereicherter Beweis sowohl der wissenschaftlichen Thätigkeit als der practischen Erfahrungen ihres Verfassers. In keiner Aerodynamik wird man diese Gesetze in solcher Vollständigkeit, so fasslich dargestellt und dem practischen Bedürfniss so angepasst finden, wie hier. Sie beantworten uns unter Anderem alle bei Cylindergebläsen vorkommenden aerodynamischen Fragen und sie bilden die sichere Grundlage für die im zweiten Abschnitte entwickelte Theorie der Centrifugal-Ventilatoren.

In der ersten Abtheilung dieses zweiten Abschnittes verfolgt der Verfasser mit der gewohnten Gründlichkeit das Verhalten der Luft während ihrer Bewegung in den Ventilator, durch den Ventilator und aus dem Ventilator, um in der zweiten Abtheilung unter Anwendung der in der ersten erhaltenen Resultate auf die Construction der Ventilatoren zuzugehen. Einen schätzenswerthen Beitrag bilden die mit nach seiner Theorie gebauten Ventilatoren von dem Verfasser vorgenommenen zahlreichen Versuche, welche die Richtigkeit der aufgestellten Theorie bestätigen, und die gezeigt haben, dass auch höhere Windpressungen (bei den Versuchen bis zu 0,83 Wassersäule) mit Ventilatoren erzielt werden können. Den Schluss des zweiten Abschnittes bildet die Anwendung der Theorie der Centrifugal-Ventilatoren auf die Construction der Centrifugalpumpen und sind auch hier die Resultate der mit einer solchen Pumpe vorgenommenen Versuche angefügt, welche die Zuverlässigkeit der Theorie aufs Beste bestätigen.

Ein umfassender Bericht über die seitherige Literatur der Centrifugal-Ventilatoren und Centrifugal-Pumpen bildet den Schluss dieser ebenso gediegenen als mühevollen Arbeit des Verfassers.

Bezüglich des Nutzeffectes der von dem Verfasser versuchten Ventilatoren und der Ursache der beobachteten Effectverluste mögen noch folgende Bemerkungen gestattet sein.

Aus den im zweiten Abschnitte mitgetheilten Versuchen ist zu entnehmen, dass der hauptsächlichste Effectverlust beim Durchströmen der Luft durch das Flügelrad entsteht, und es kann die Ursache dieses nicht unbedeutenden Verlustes nicht wohl in den von dem Verfasser aufgeführten Widerstände allein gesucht werden; bei den mit verschiedenen Saugventilatoren vorgenommenen Versuchen zeigten sich Erscheinungen, die wohl eher zur Aufklärung dieses Effectverlustes führen dürften. Bei den Saugventilatoren mit nach der Theorie gekrümmten Flügeln war nur die Wassersäule der an der äussern Flügelperipherie angebrachten Manometer starken Schwankungen unterworfen, während bei dem Flügelrade mit durchaus radialen Flügeln auch die Wassersäule der am Saughals angebrachten Manometer stark oscillirte. Hieraus ist ersichtlich, dass bei den nach der Theorie geformten Flügeln keine oder nur unbedeutende Effectverluste durch den Eintritt der Luft aus dem Saughals in den Flügelraum entstehen, da allenfallsige plötzliche Geschwindigkeitsänderungen oder auch Wirbelbildungen der Luft sich durch Schwingungen der am Saughals angebrachten Manometer äussern müssten, wie diess bei den durchaus radialen Schaufeln in der That beobachtet wurde; dagegen belehren uns die Schwankungen der Manometer an der äussern Flügelperipherie, dass bei beiden Flügelrädern der Austritt der Luft aus dem Rade nicht mit der wünschenswerthen Regelmässigkeit erfolgt. Wird nun berücksichtigt, dass in den, nicht mit einem Mantel, sondern nur mit Auslaufwänden versehenen Saugventilatoren plötzliche Geschwindigkeitsänderungen der Luft bei ihrem Austritte aus dem Flügelraume nicht statt haben können, so kann das Schwanken der Manometer nur dadurch erklärt werden, dass schon in dem Flügelraume Störungen vorkommen und dass die Lufttheilchen, welche irgend einen Querschnitt der von den Flügeln gebildeten Canäle durchströmen, sehr verschiedene Geschwindigkeiten haben. Diese Vermuthung liegt um so näher, als die (relative) Geschwindigkeit, mit der sich die Luft in der Richtung der Canäle bewegt, gegen den Umfang hin bedeutend abnimmt, während ein von einer Schaufel getriebenes Lufttheilchen sich mit beschleunigter Bewegung längs der Schaufel zu bewegen strebt. Berücksichtigt man noch die grosse Weite der Canäle, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Geschwindigkeit der zunächst vor einer Schaufel befindlichen Lufttheilchen grösser, und diejenige der hinter einer Schaufel sich bewegenden Lufttheilchen kleiner ist, als die durch die Theorie sich ergebende mittlere Geschwindigkeit längs der Achse des durch die Schaufeln gebildeten Canals. Diesem, auch von dem Verfasser vermutheten, Uebelstande suchte derselbe durch grössere Länge und grössere Anzahl der Schaufeln zu begegnen, jedoch, wie die Versuche lehrten, ohne Erfolg, was dem Umstande zuzuschreiben sein dürfte, dass, je länger die Schaufeln sind, um so mehr auch die mittlere Ge-

\*) Der allerdings einer gesunden Anschauung widerstrebende Begriff „Momentankraft“ wurde von Poncelet in seinen Vorlesungen an der Artillerieschule zu Metz bereits seit 1825 beseitigt, ebenso von Coriolis in seinem *Traité du calcul de l'effet des machines* 1829 und von Poisson in der zweiten Ausgabe seines *Traité de mécanique* 1835. Die geläuterte Anschauungsweise dieses französischen Gelehrten hat in nahezu allen neueren Lehrbüchern der Mechanik Eingang gefunden.

schwindigkeit der Luft in den Canälen des Flügelrades gegen den Umfang hin abnimmt. Der erwähnte Uebelstand dürfte wohl besser beseitigt werden, wenn das Flügelrad so gebaut wird, dass die mittlere Geschwindigkeit längs der Achse der Canäle gegen den Umfang hin nicht abnimmt, sondern constant bleibt oder selbst etwas zunimmt, was durch eine gegen den Umfang hin abnehmende Breite des Flügelrades zu erreichen ist. Am zuverlässigsten würden freilich die ungleichen Strömungen im Flügelrade beseitigt, wenn die mittlere Geschwindigkeit längs der Canäle gleich der Geschwindigkeit gemacht würde, mit der ein materieller Punkt von einer bewegten Schaufel längs derselben fortbewegt wird; in diesem Falle erhält jedoch der Ventilator am äussern Umfange eine unpraktische verschwindend kleine Breite, und wird man sich daher begnügen müssen, diese Breite so zu bestimmen, dass die mittlere Geschwindigkeit längs der Canäle entweder gleichförmig ist, oder auch gegen den Umfang hin etwas zunimmt. Durch eine solche Anordnung wird unzweifelhaft der Nutzeffect sich erhöhen, in welchem Masse jedoch, darüber können nur Versuche Aufklärung geben.

Möge nun Jeder, dem Gelegenheit zum Baue von Ventilatoren geboten ist, diese lehrreiche Schrift des Herrn Sectionsrathes Rittinger zu Rathe ziehen, und es wird gewiss der so vielfach benützte Ventilator mit stets besserem Erfolge verwendet werden und das Gebiet seiner Verwendungsfähigkeit sich immer mehr ausdehnen.

E. Zech.

Der Bautischler. Practisches Handbuch für Bauhandwerker, Architekten, sowie für Bau- und Gewerbschulen, Bearbeitet von F. Fink, Secretär des grossh. hessischen Gewerbevereines in Darmstadt. Mit 285 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig 1858, Verlag von Otto Spamer.

Die Schule des Zimmermanns. Practisches Handbuch für Architekten etc. Bearbeitet von B. Harres, Lehrer der Architectur an der höhern Gewerbschule in Darmstadt. 2. Auflage, 1. Theil. Die Hochbauten. Mit 236 in den Text eingedruckten Abbildungen. Leipzig 1858, bei O. Spamer.

Unter diesen Titeln liegen uns zwei Bändchen vor, welche Theile des grössern Werkes: „Die Schule der Baukunst, herausgegeben von B. Harres, Fr. Fink und C. Stegmann, Leipzig 1858“ bilden. Das genannte Werk behandelt der Reihe nach die sämmtlichen Baugewerbe in zwölf selbstständigen Theilen, und scheint uns, den obigen Bruchstücken nach zu urtheilen, wohl geeignet, den so fühlbaren Mangel

an einem echt practischen und doch billigen Handbuch der Baukunst auszufüllen.

Der „Bautischler“ erläutert zuerst die Eigenschaften der verschiedenen in der Tischlerei verwendeten Nutzhölzer, beschreibt dann die Werkzeuge, und es werden in dem letzteren Capitel auch die Werkzeugmaschinen, jedoch nur in einer der Tendenz des Buches angepassten Ausdehnung, angeführt. Nach einer Erläuterung der verschiedenen Holzverbindungen geht der Verfasser zu den Baugesegenständen selbst über. Hierunter sind begriffen: Treppen, Fussböden, Wandvertäflungen, Thüren, Fenster, Sitze und Tische, Kanzeln, Chor- und Emporbühnenbrüstungen, endlich Ladeneinrichtungen.

In ähnlicher Ordnung behandelt die „Schule des Zimmermanns“ die verschiedenen Bauhölzer; die Hebezeuge (Winden, Flasenzüge), die Verbindungen des Holzes, endlich die einzelnen Arbeiten des Zimmermannes, und zwar: Wände, Gebälke, Dachwerke, Thürme; die Dachausmittlung, als der schwierigere Theil der Zimmermannskunst, findet eine besonders ausführliche Besprechung. Ein besonderes Capitel erläutert auch das Schiften, d. h. die Bestimmung der Schnittflächen, in welchen schief zusammenstossende Balken sich vollkommen an einander schliessen. Endlich sind die Treppen auch hier abgehandelt.

Der zweite Band der „Schule des Zimmermanns“ soll die Arbeiten beim Brücken-, Wasser- und Eisenbahnbau, dann jene Dachconstructions, bei welchen das Eisen als Constructionstheil mit dem Holz Anwendung findet, enthalten.

Man begegnet in beiden Werken allenthalben den neuesten und besten Constructions; man darf darin keine Theorien suchen, denn das Ganze ist rein practisch gehalten, und für die unmittelbare Anwendung bei der Ausführung bestimmt. Bei dem Reichthum an Material wird nicht nur der Anfänger sich mit Hülfe dieser Werke eine recht genaue Kenntniss aller gewöhnlich vorkommenden Bauconstructions verschaffen, sondern auch der durchgebildete Baumeister wird sich darin mit Vortheil Rath erholen können.

Eine gemeinverständliche Schreibweise und die nett ausgeführten von den Verfassern selbst auf Holz gezeichneten Abbildungen erleichtern wesentlich das Studium und es gewährt eine wesentliche Befriedigung, die einzelnen Angaben nicht bloss einfach hingestellt, sondern auch begründet zu finden. Hiedurch reihen sich jene Werke an die besten der eine ähnliche praktische Tendenz verfolgenden Bücher.

Endlich macht der geringe Preis die Anschaffung auch dem minder Bemittelten möglich; die 12 Theile, in welchen die „Schule der Baukunst“ erscheint, bestehen aus je 10 bis 16 Bogen und kosten à 25 Sgr. bis 1 Thlr.

Fig. 1

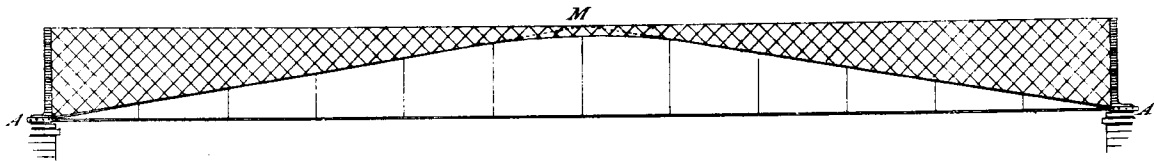


Fig. 2

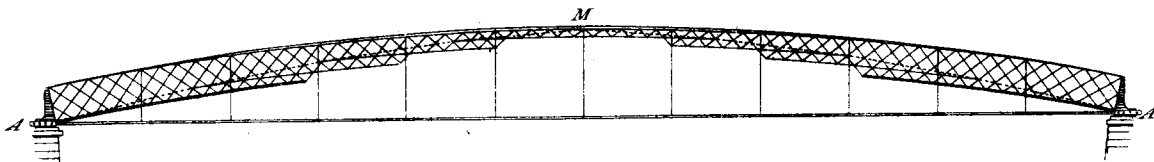


Fig. 3

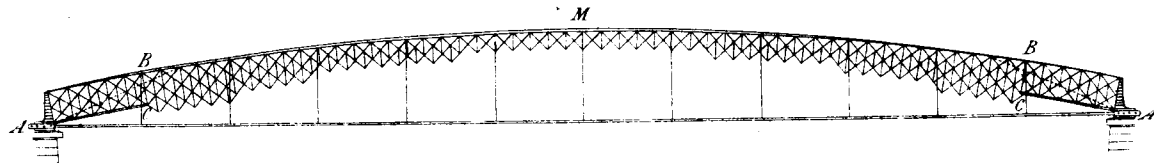


Fig. 4

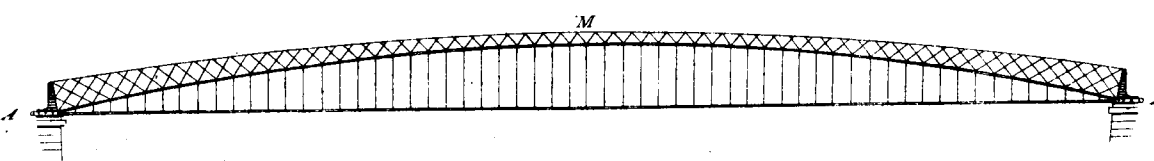


Fig. 5

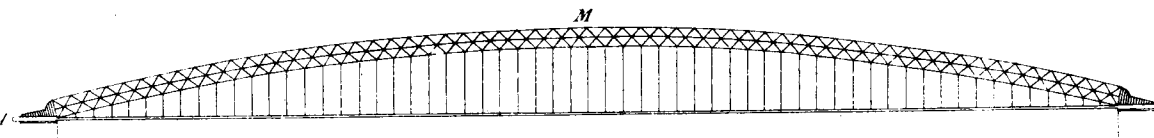


Fig. 6

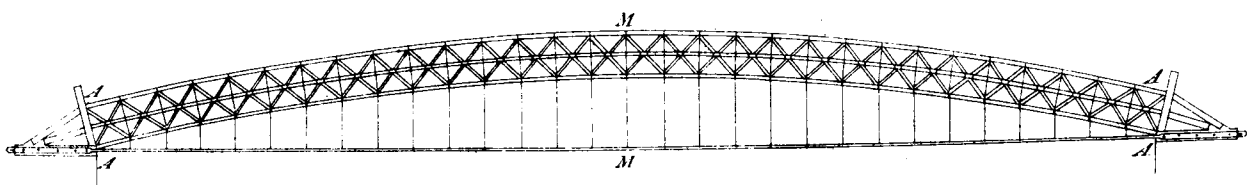


Fig. 7

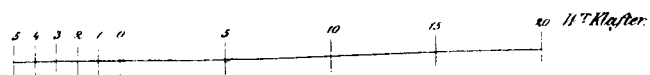
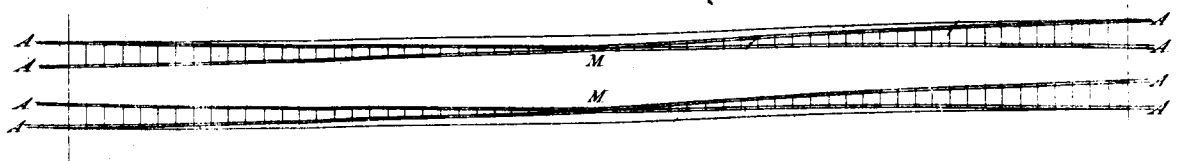
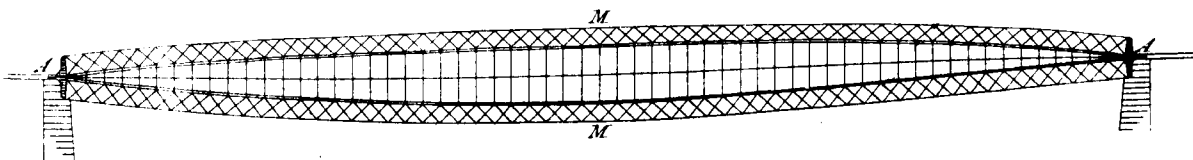
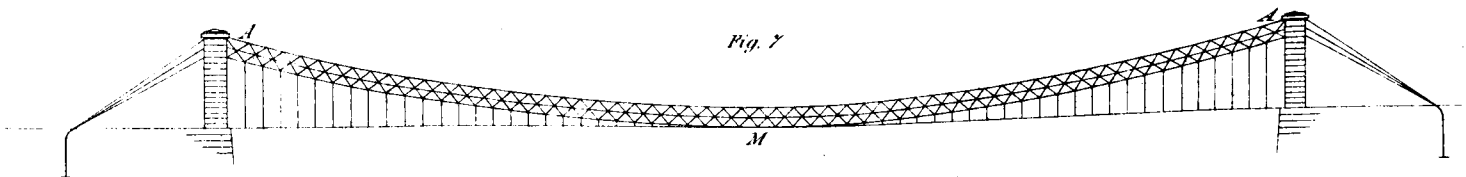




Fig. 1. Durchschnitt nach A B.

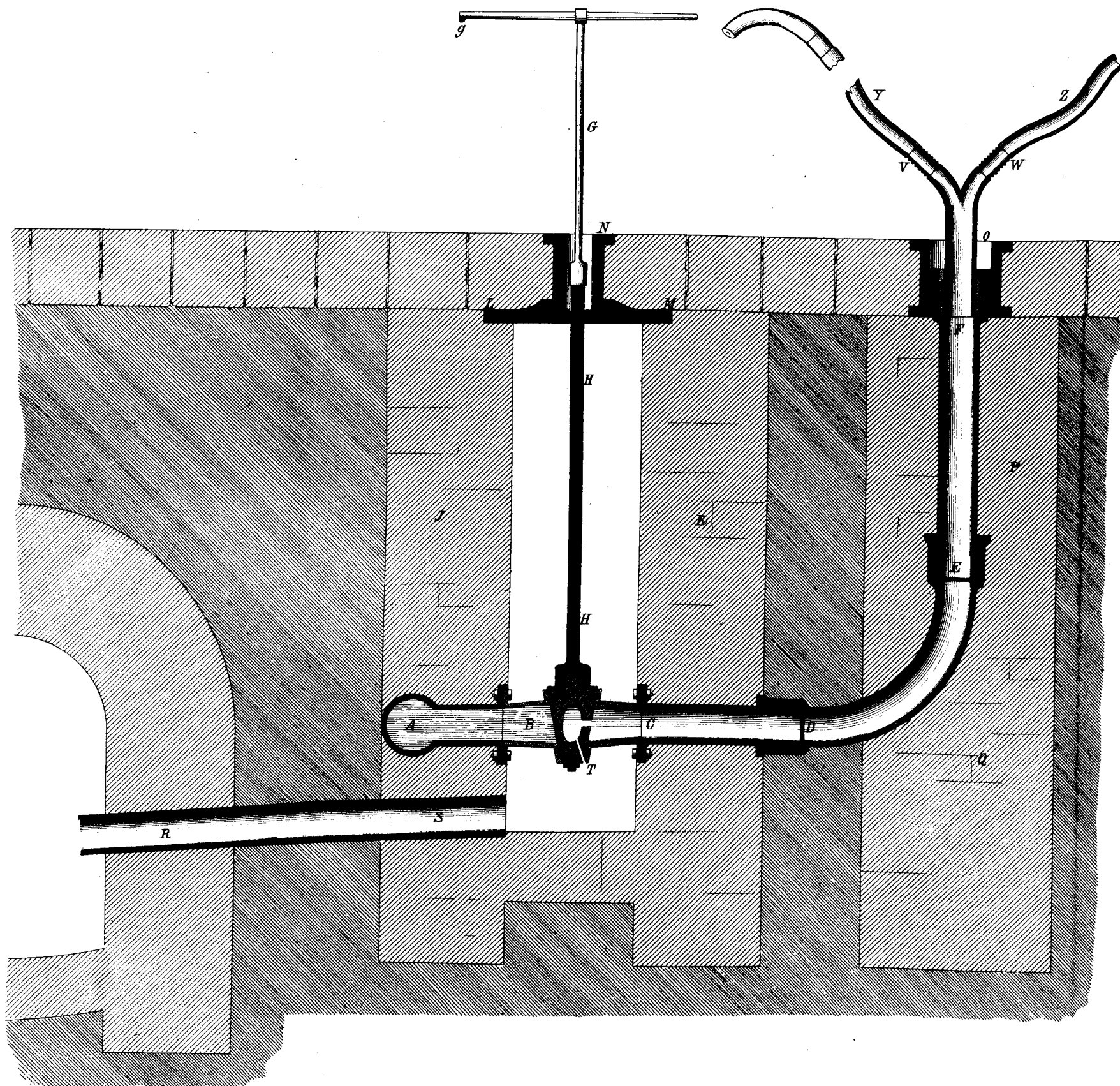


Fig. 3.

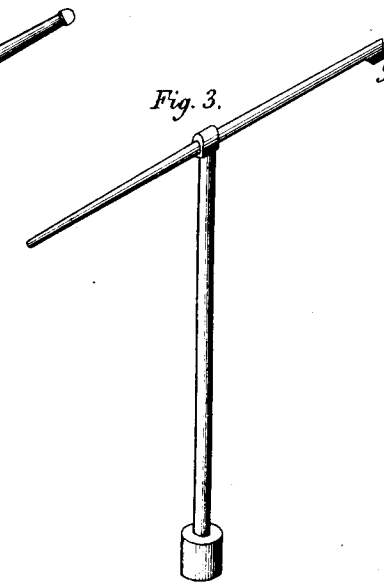


Fig. 5.

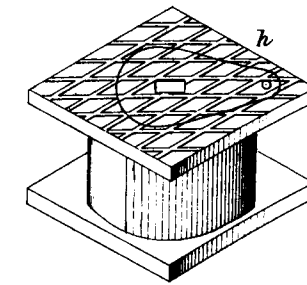


Fig. 4.

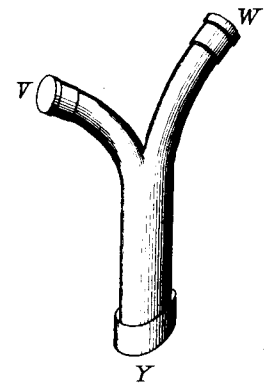


Fig. 2. Grundriss.

